THE BOOK WAS DRENCHED

इ. स. १९३७ पासून मुंबई विश्वविद्यालयानें नेमलेल्या
अभ्यासक्रमास अनुसरून लिहिलेलें शास्त्रीय विषयाचें पुस्तक

विज्ञान-प्रवेश

पुस्तक-३ रें

रसायन प्रवेशिका

लेखक
रामचंद्र गोविंद श्रीखंडे, बी. ए.
शास्त्रीय विषयाध्यापक, शहाजी हायस्कूल, अक्कलकोट

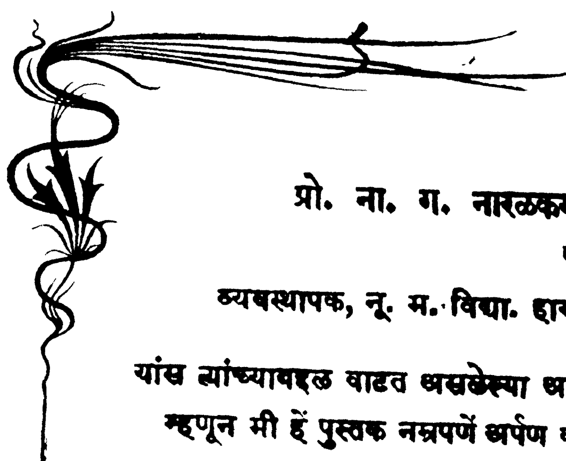
१९३६



किंमत सव्वा रुपया

प्रकाशकः—डी. एन्. मोघे, बी.ए.
प्रोप्रायटर—स्कूल अँड कॉलेज बुक-स्टॉल, कोल्हापूर.

मुद्रकः—कृ. ह. सहस्रबुध्धे,
प्रोप्रायटर—श्रीज्ञानेश्वर प्रेस, कोल्हापूर.



प्रो. ना. ग. नारळकर

एम्.ए., एल्.टी.

व्यवस्थापक, नू. म. विद्या. हायस्कूल, पुणें

यांस त्यांच्याबद्दल वाटत असलेल्या आदराचें प्रतीक म्हणून मी हें पुस्तक नम्रपणें अर्पण करीत आहे.

कोल्हापूर
२७–५–३६.

रा. गो. श्रीखंडे

प्रस्तावना

मुंबई विश्वविद्यालयानें १९३७ सालापासून मॅट्रिक परिक्षेस बसणाऱ्या विद्यार्थ्यांना इंग्रजीखेरीज बाकीच्या सर्व विषयांच्या प्रश्नांचीं उत्तरें मातृभाषेंत लिहिण्याची मवलत दिली आहे. इतिहास, भूगोल, संस्कृत वगैरे विषयांचीं पुस्तकें आज मराठींत लिहून तयार आहेत. कारण त्यांत परिभाषेचा तितकासा प्रश्न येत नाहीं. पुस्तक तयार करतांना किंवा विषय शिकवितांना परिभाषेची अडचण फक्त दोनच विषयांत जाणवते. ती म्हणजे गणित व शास्त्र. या दोहों विषयांची सर्वमान्य परिभाषा आज तयार नाहीं; व पुढें ती तशी केव्हां होईल, असें आज तरी निश्चित सांगतां येत नाहीं. विद्यापिठानें यासाठीं एक तज्ञ–लोकांची समीति नेमली होती. परंतु काहीं निश्चित कार्य न करतां ती विराम पावल्याचें ऐकिवांत आहे. तिनें मातृभाषेंतून उत्तरें लिहिणारावर अधिक निर्बंध मात्र घातले. ते म्हणजे असे कीं, विद्यार्थ्यानें उत्तरें लिहितांना मातृभाषेंतून लिहावींत; परंतु प्रत्येक पारिभाषिक शब्दाला कंसांत इंग्रजी शब्द द्यावा. यामुळें विद्यार्थ्याचें लेखनकाम वाढेल व उत्तर लिहितांना पारिभाषिक शब्दाकडेही अवधान ठेवावें लागेल ; अशा वेळीं लागणारी मनाची एकाग्रता राहणार नाहीं. याचा या समितीनें विचारही केला नाहीं. बरें, ज्या पारिभाषिक शब्दांसाठीं इंग्रजी शब्द लिहावे लागतील, अशा शब्दांची यादीही दिली नाहीं. त्यामुळें अणु, परमाणु द्रव, स्फटिक अशासारखे शब्द पारिभाषिक म्हणून गणले गेले तर मातृभाषेंतून उत्तरें लिहिणारांवर अनवस्था प्रसंग येईल अशी भीति वाटते ; कारण प्रश्नांचीं उत्तरें लिहितांना हे शब्द अनेकवार वापरावे लागणार व तितक्या गणिक कंसांत इंग्रजी शब्द लिहावयाचा म्हणजे खासा न्याय !!

तेव्हां या बाबतींत विश्वविद्यालयांतील प्रमुख लोकांनीं निश्चित योजना करून विद्यार्थ्यांचे श्रम हलके करावे व इंग्रजीपेक्षां मातृभाषेंतूनच उत्तरें लिहिण्याची विद्यार्थ्यांची प्रवृत्ति होईल अशी योजना करावी;

तरच ही सवलत दिल्याचा फायदा; नाहीं तर एका हातानें दिलें व दुसऱ्या हातानें काढून घेतलें, असें व्हावयाचें; असो.

परिभाषेच्या वर सांगितलेल्या अडचणीमुळें मला रसायनशास्त्रांत उपयोगांत येणाऱ्या मौलांचीं अगर संयुगाचीं नांवें आहेत तशींच कायम ठेवावीं लागलीं. समीकरणें प्रथम इंग्रजी चिन्हांत देऊन खालीं समजण्यासाठीं म्हणून मराठींत तेच शब्द लिहिले आहेत. असें करण्याला मला प्रो. जी. आर. परांजपे यांच्या मताचा, तसेंच प्रो. डी. डी. कर्वे यांच्याही पुस्तकाचा आधार आहे. प्रो. परांजपे म्हणतात, “ रसायनशास्त्रांतील मूलतत्त्वांचीं (मौलांचीं) किंवा संयुगाचीं नांवें अगदीं जशींच्या तशींच, म्हणजे इंग्रजी भाषेत वापरण्यात येतात तशींच, ठेवणें इष्ट आहे. त्यांना विकृतरूप देऊन वापरणें यांत ऐतिहासिक दोष येतोच; परंतु त्याहीपेक्षां मोठा दोष म्हणजे नवे बनाविलेले शब्द मूळच्या शब्दाहून दुर्बोध वाटतात; आणि व्यवहारांत तर त्यांचा काडीमात्र उपयोग नाहीं; किंवा तो कधीं होईल हें शक्य दिसत नाहीं. ”

मी सामान्यधातूंचीं नांवें—चांदी, लोखंड, तांबें—सोडलीं तर बाकीच्या सर्व मौलांचीं व संयुगाचीं नांवें इंग्रजीच ठेवलीं आहेत. बाकीच्या सामान्यनामांसाठीं जे शब्द योजले आहेत, त्याची यादी सोबत जोडली आहेच.

पुस्तक मनोरंजक व्हावें म्हणून ज्या ज्या ठिकाणीं ऐतिहासिक माहिती देतां येईल, त्या त्या ठिकाणीं ती दिली आहे. प्रारंभींच्या १६ पानांत प्रारंभापासून १८ व्या शतकापर्यंतचा रसायनशास्त्राचा इतिहास दिला आहे. प्रकरणाच्या शेवटीं त्यांतील मुख्य गोष्टींचा सारांश व प्रश्न दिले आहेत; व त्यांपैकीं कांहीं प्रश्नांचीं उत्तरें लिहून दिलीं आहेत. म्हणजे विद्यार्थ्यांच्या दृष्टीनें पुस्तक शक्य तितकें उपयुक्त करण्याचा प्रयत्न केला आहे. या मांडणींत कांहीं चुका राहणारच, याची मला जाणीव आहे. त्या कोणी माझ्या निदर्शनास आणल्या, तर मी त्यांचा फार आभारी होईन.

पुस्तकांतील विषयाची मांडणी विश्वविद्यालयाच्या अभ्यासक्रमाला धरूनच केली आहे ; त्या त्या विषयाचें अनुसंधान ठेवतांना कांहीं

ठिकाणीं द्विरुक्ति झाली आहे. परंतु त्यामुळें विषय समजण्यास सोपें जाईल असें मला वाटतें. ' **रासायनिक क्रिया** ' व ' **विक्रिया** ' हे दोन्ही शब्द एकाच अर्थानें (Chemical action) योजले आहेत. त्यांपैकीं कोणता बरा तो ठरवून उपयोगांत आणल्यास हरकत नाहीं. मौलाचे परमाणुभार देतांना ' पूर्णांक 'च दिले आहेत; पुढील अपूर्णांक गाळले आहेत.

हें पुस्तक लिहितांना अनेक पुस्तकांचा उपयोग झाला. त्यांपैकीं पुढील इंग्रजी [(1) Readable School Chemistry. (2) The marvels of Chemistry. (3) A School Chemistry by Arthur Brooks. (4) Elementary Physical Science.] पुस्तकांचा उल्लेख केला पाहिजे. मराठींत नुकत्याच प्रसिद्ध झालेल्या प्रो. कर्वे यांच्या 'शालोपयोगी रसायनशास्त्र' याचाही उल्लेख केला पाहिजे; कारण, त्यामुळें माझ्या कल्पना मला पडताळून पाहतां आल्या. तसेंच त्यांनीं बनविलेल्या कांहीं नवीन शब्दांचा मीं उपयोग केला आहे. तेव्हां या सर्वांचा आभारपूर्वक उल्लेख करणें माझें काम आहे.

पुस्तक लिहितांना, त्याच्या हस्तलिखिताचा कांहीं भाग वाचून उपयुक्त सूचना केल्याबद्दल, तसेंच मुद्रितें तपासून शुद्धिपत्र तयार करण्यास मदत केल्याबद्दल माझे मित्र रा. रा. बी. बी दशरथ, शिक्षक, हरिभाई देवकरण हायस्कूल सोलापूर, यांचा मी फार आभारी आहे.

तसेंच माझे मित्र रा. मोघे, मालक, स्कूल अँड कॉलेज बुकस्टॉल, कोल्हापूर यांनीं पुस्तक-प्रकाशनाचें काम आपल्या शिरावर घेऊन मला प्रोत्साहन दिलें; त्यांचीही मदत व प्रोत्साहन नसतें, तर पुस्तक इतक्या लवकर प्रसिद्ध झालें असतें कां नाहीं याची मला शंका आहे. त्याबद्दल त्यांचे अभार मानणें हें माझें कर्तव्यच ठरतें.

' डेक्कन फोटो झिंको 'चे चालक रा. फडके यांनीं अगदीं थोड्या वेळांत उत्तम ब्लॉक्स करून दिले व रा. रा. सहस्रबुद्धे, ' ज्ञानेश्वर ' छापखान्याचे मालक यांनीं एक महिन्याच्या अवधींत पुस्तक छापून दिलें याबद्दल मी त्या उभयतांचा फार आभारी आहे. घाईनें पुस्तक छापण्यांत कांहीं अशुद्धें राहून गेलीं आहेत. त्यांपैकीं

महत्वाचीं तेवढीं शुद्धिपत्रांत दुरुस्त केलीं आहेत, तीं पुस्तकांत दुरुस्त करून घेऊनच वाचण्यास सुरवात करावी अशी विनंति आहे. आणखी कांहीं नजरेतून चुकलेलीं अशुद्धें कोणी नजरेस आणल्यास त्यांचा मी आभारी होईन.

या पुस्तकांत कांहीं दोष असणें शक्य आहे. शिक्षकबंधूंनीं ते माझ्या नजरेस आणल्यास व इतरही योग्य सूचना करून पुस्तकाची उपयुक्तता वाढविण्यास मदत केल्यास मी त्यांचा आभारी होईन.

शेवटीं हा माझा अल्पसा प्रयत्न विद्यार्थीवर्गास उपयोगी पडो एवढीच इच्छा प्रगट करून मी ही प्रस्तावना पुरी करतों.

कोल्हापूर,
२७–५–३६.

ग. गो. श्रीखंडे.

अनुक्रमणिका

——

पारीभाषिक शब्द.

Acid आम्ल
Active क्रियाशील
Alchemy किमया
Allotropy अनेकरूपता
Amorphus अस्फाटिक
Analysis पृथक्करण
Anhydrous जलहीन
Atom परमाणु
Atomic weight परमाणुभार
Base भस्म
Basic भास्मिक
Beaker पंचपात्र
Beehive-Shelf आधारणी
Bell-jar हंडी
Bi-product दुय्यम पदार्थ
Burning दहन
Calcination मारणक्रिया
Catalytic agent सहाय्यक;
Chemical action विक्रिया रासायनिक क्रिया.
Chemical change रासायनिक फेरफार
Cumbustible १ ज्वालाग्राही
२ ज्वलनशील
Combustion ज्वलन
,, rapid शीघ्र ज्वलन
,, slow मंद ज्वलन
Circulation अभिसरण
Component घटक
Composition घटना
Componud संयुग
Condenser शीतक
Conservation अविनाशित्व
Corrosive दाहक
Crucible मूस
Crystal स्फटिक
Crystallisation स्फटिकीभवनें
Cycle चक्र
Decantation ओतण्याची क्रिया
Decomposition विघटना
,, double दुहेरी विघटना
Deflegrating spoon जाळणी
Deliquescent पाझरणारा
Diffusion अभिसरण
Dilute सौम्य
Distillation ऊर्ध्वपातन
,, destructive निर्वात ऊर्ध्वपातन
Element मौल
Efflorscent फुलणारा
Equation समीकरण
Equivalent weight तुल्यबल वजन
Evaporate वाफरणें
Evaporation; वाफरक्रिया बाष्पीभवन
Fermentation विपाक–क्रिया

Filtration गाळण्याची क्रिया
Filtrate गळित द्रव
Filter paper गाळणीचा कागद
Formula संकेत
Flask चंबू
Friction घर्षण
Gas-jar नळकांडें
Graph आलेख
Gravemetric वजनविशिष्ट
Hard water कठीण पाणी
Hardness कठिणता
Hygroscopic जलाकर्षक
Inactive निष्क्रिय
Indicator सूचक
Insoluble अविद्राव्य
Law नियम
Liquid Fuel द्रवेंधन
Mixture मिश्रण
Molecule अणु
Monovalent एकशाक्तिक
एकधारक
Multiple Proportion गुणकप्रमाण
Neutral उदासीन
Neutralisation उदासीनपणा
Physical change कायिक फेरफार
Precipitate ७ साका

Qualitative गुणविशिष्ट
Quantitative परिमाणविशिष्ट
Reducing agent हारक
Reduction हरणक्रिया
Retort वकपात्र
Rust गंज
Salt लवण
Saturated संपृक्त
Sediment गाळ
Solute विद्राव
Solution विद्रव
Soluble विद्राव्य
Solubility विद्रुति
Solvent द्रावक
Spark ठिणगी
Stable स्थिर
Standard ठराविक, विशिष्ट
Sublimation संप्लवन
Suspended लोंबता
Symbol चिन्ह
Synthesis एकीकरण
Test tube नळी
Trough पातेलें
Volatile वाफरशील
Volumetric व्यापविशिष्ट
Valency १ शक्ति, २ धारणा

पुस्तकाचा अभ्यास सुरूं करण्यापूर्वी

पान	ओळ	अशुद्ध	शुद्ध
८१	२३	$P_2+O_5=P_2O_5$	$4P+5O_2=2P_2O_5$
,,	२५	$2H_2PO_3$	$2HPO_3$
८९	३	$Mg+O=MgO$	$2Mg+O_2\ 2MgO$
११७	१	$2Na+2HO_2=2NaOH+2H$	$2Na+2H_2O=2NaOH+H_2$
,,	४	$2H_2$	H_2
,,	८	$2H_2$	$4H_2$
११७ व १२५	१६	$H_2O=H_2+O$	$2H_2O=2H_2+O_2$
१२२	१९	$H_2+O=H_2O$	$2H_2+O_2=2H_2O$
१४५	२५	NH_4Ch	NH_4Cl
२१४	३	$3NH_3$	$2NH_3$
,,	१६	$2NHCl_4$	$2NH_4Cl$
२१७	२१	$2NH_3+O_3=3H_2O+N_2$	$4NH_3+3O_2=6H_2O+2N_2$
२१९	८	$2H_2$	$3H_2$
२२३	१२	$4HNO_2$	$4HNO_3$
२५४	२४	SO_3	SO_2
२६२	१	$C_{10}H_{22}O_{11}$	$C_{12}H_{22}O_{11}$
२७३	७	$CaSiO_3$	$3CaSiO_3$
२८६	शेवटची	CO	CO_2
३२१	१	$Na_2B_4O+10H_2O$	$Na_2B_4O_7+10H_2O$

३०	२	मात्र एकच	मात्र जवळ जवळ एकच
६३	१ व २	अणूचे	परमाणूचे
७२	४	कार्बन-डाय ऑ०	हैड्रोक्लोरिकाम्ल

१११	१४	हैड्रॉक्साइड असें म्हणतात.	अल्कली— म्हणतात
१३८	१२	कॅ. व मॅ. सल्फेट-मुळें	कॅ. व मॅ. बाय–कार्बो. शिवाय लवणामुळें
१५०	२७	मीठ व चुनकळी	चुनकळी
२१२	३	सोडिअम् नैट्रेट	सोडिअम् नैट्राइट
२१७	१२	वितळण्याचा	द्रवीभवनाचा
२२२	२०	नैट्रिकाम्ल लाकडी भुशावर	नैट्रिकाम्ल तापलेल्या लांकडी भुशावर
२५१	१४	[illegible] Plostic	Plastic

— —

विज्ञान-प्रवेश

३

रसायन-प्रवेशिका

प्रकरण १ लें—उपोद्घात

मानवी जिज्ञासा

जगांतील सर्व पदार्थ लहान मुलांना नवीनच असल्यामुळें तीं नेहमीं आपल्या वडील माणसांना 'हें काय' 'तें काय' असे नानाप्रकारचे प्रश्न विचारून भंडावून सोडीत असतात. त्यांपैकीं कांहीं प्रश्नांचीं उत्तरें सहज देतां येतात; परंतु कांहीं प्रश्न असे असतात कीं त्यांचीं उत्तरें देणें शास्त्रज्ञांनासुद्धां जड जातें. कांहीं मुलें एवढ्यावरच गप्प बसत नाहींत, तर ज्या वस्तूसंबंधीं प्रश्न असेल, ती उकलतात, मोडतात व ती कशाची केली आहे अगर ती कशी चालते हें पाहण्याचा प्रयत्न करितात. या मोडतोडीबद्दल मुलांना दोष देणें चुकीचें आहे; कारण याच्या बुडाशीं जी जिज्ञासा दडून बसलेली असते, तीच—ओबडधोबड स्वरूपांत कां होईना—सर्व शास्त्रीय शोधाचें मूळ आहे. या जिज्ञासेमुळेंच नानाप्रकारचे शोध लागले व शास्त्राची वाढ झाली. कोणतीही गोष्ट—उदाहरणार्थ, पाऊस कसा पडतो, पदार्थ जळतात म्हणजे त्यांचें काय होतें—कशी घडून येते, ती घडून येण्याचें कारण काय, किंवा ती कशाची बनली आहे, या प्रश्नांचीं उत्तरें मनुष्यानें मिळविण्याचा प्रयत्न केला म्हणूनच त्याला सृष्टींतील आश्चर्यकारक घडामोडींचें ज्ञान झालें व त्यांचा उपयोग आपल्या कार्याकडे करून घेतां आला.

जिज्ञासेंतूनच शास्त्राची उत्पत्ति कशी झाली ?

आपण लहान मुलाला एखादें खेळणें दिलें म्हणजे तो तें चालवून पाहतो; शिवाय तें कशाचें केलें आहे किंवा तें कोणत्या शक्तीवर चालूं

शकतें, हें जाणण्यासाठीं तो तें उकलूंही लागतो; असें करण्यानें त्याची जिज्ञासा तृप्त होतेच असें नाहीं. परंतु सवड मिळाल्यास तो प्रयत्न करण्यास चुकत नाहीं; त्याचप्रमाणें रसायनशास्त्रज्ञही कोणत्याही वस्तूसंबंधीं ज्ञान मिळविण्यासाठीं तिची मोडतोड करण्यास चुकत नाहीं. या मार्गानें गेल्यास त्याला या वस्तू कशापासून बनल्या आहेत, किंवा त्यांपासून एखादा नवीन पदार्थ बनवितां येईल कां नाहीं हें पाहतां येतें. गेलीं हजारों वर्षें याप्रमाणें जगांतील निरनिराळ्या पदार्थांची घटना व उपयोग समजून घेण्याबद्दल शास्त्रज्ञांचे प्रयत्न सुरू आहेत, व त्यांत त्यांना यशही मिळालें आहे. आजपर्यंत जमविलेलें हें ज्ञानभांडार इतकें विपुल झालें आहे कीं, कोणाही एका माणसाला तें सर्व ज्ञान लक्ष्यांत ठेवणें शक्य नाहीं. परंतु एखाद्या विशिष्ट शाखेचा अभ्यास करून पारंगतता मिळविणें, किंवा त्यांतच एखादा विशिष्ट शोध लावणें, मनुष्यास शक्य आहे; कोणत्याही शास्त्रांतील आधुनिक शोधाकडे दृष्टि फेकली तर, वरील विधानांची सत्यता पटल्याखेरीज राहणार नाहीं.

रसायनशास्त्राचा पूर्वेतिहास पाहिला तर असें दिसून येईल कीं, मनुष्य जेव्हां सृष्टींतील घडामोडींकडे बारकाईनें पाहूं लागला, तेव्हां साहजिकच त्याची जिज्ञासा जागृत झाली, मेंदूला चालना मिळाली, व तो हरघडी दिसून येणाऱ्या प्रत्येक चमत्काराचा शोध करूं लागला. अशा प्रकारें प्रत्येक गोष्टीची चौकशी करीत असतां, त्यास अकस्मिक पुष्कळसे शोध लागले व सृष्टीच्या रचनेचें व तिच्या कार्याचें पुष्कळसे ज्ञान मिळालें. प्रथम प्रथम मनुष्याचा मेंदू अननुभवी असल्या-मुळें त्याच्या ज्ञानाची वाढ फार सावकाश झाली; त्याच्या हातून पुष्कळशा चुकाही झाल्या व त्यानें काढलेलीं अनुमानें चुकीचीं ठरलीं. त्यांपैकीं कांहीं तावडतोब सुधारलीं गेलीं; परंतु आपलीं कांहीं चुकीचीं अनुमानें बरोबरच आहेत अशी त्याची पुष्कळ वर्षेंपर्यंत समजूत होती, इतकेंच नव्हे तर हीं अनुमानें चूक आहेत व त्यांत अमुक तऱ्हेनें सुधारणा केली पाहिजे, असें सांगणाऱ्याचाही फार छळ झाला. इतकें असूनही आपल्या पूर्वजांनीं शास्त्रीय ज्ञानांत जी भर टाकली ती फारच आश्चर्यकारक आहे. त्याच्याजवळ असलेल्या साधनांची कमतरता व अनुभवाचा अभाव, यांचा विचार करूं लागलें तर त्यांनीं लाविलेल्या शोधाबद्दल त्यांच्यापुढें

आपणास मस्तक नम्र केल्यावांचून गत्यंतर नाहीं. त्यांनीं लाविलेल्या शोधाच्या पायावरच आजची विज्ञानशास्त्राची प्रचंड इमारत उभारली आहे.

जरी रसायनशास्त्राचा प्रारंभ इतिहासपूर्व कालांतच झाला असला तरी, त्याची पद्धतशीर वाढ गेल्या दोन शतकांतच झाली. कोणत्याही गोष्टीची सत्यता प्रयोगानेंच पहावी लागते, व प्रयोग करतांना तंतोतंत मोजमाप करावें लागतें, ही गोष्ट पूर्वींच्या शास्त्रज्ञांच्या लक्ष्यांत आली नव्हती. प्रयोगशाळेंत या शास्त्रज्ञांनीं तराजूचा उपयोग केला नव्हता अगर तो करावा लागेल, अशी त्याना कल्पनाही नव्हती. तत्वज्ञान्यांनीं कांहीं गोष्टी विचार करून ठरवाव्या किंवा त्यांची संगती आपल्या कल्पनेप्रमाणें लावावी व इतरेजनांनीं त्या खऱ्या मानाव्या, असेंच बहुधा घडून येई. याचें ढळढळीत उदाहरण म्हणजे पृथ्वीच्या गतीचें; **कोपर्निकसनें** कल्पना बांधली कीं विश्वाचा मध्यबिंदु आपली पृथ्वी व तिच्या भोंवतीं सूर्यचंद्र इत्यादी ग्रह फिरतात. झालें, हीच कल्पना लोकांत इतकी दृढमूल झाली कीं पुढें हजार पंधराशे वर्षेंपर्यंत, ही कल्पना खरी कां खोटी हें पडताळून पहाण्याचें, कोणाही शास्त्रज्ञाचें मनांत आलें नाहीं; इतकेंच नव्हे तर जेव्हां **गॅलिलीओनें** पृथ्वीच्या गतीबद्दल खरी कल्पना लोकांपुढें मांडली व प्रयोगानें सिद्ध करून दिली, तेव्हां त्याचा लोकांनीं फार छळ केला; इतका कीं त्याला पोपच्या न्यायासनापुढें उभा केला व माझी कल्पना खोटी व पूर्वींची कल्पना खरी, असें त्यास म्हणावयास लाविलें. दुसरी गोष्ट ॲरिस्टॉटलची. त्याचें पुढील विधान किती चमत्कारिक पहा ! ‘ राखेनें भरलेल्या भांड्यात जितकें पाणी मावतें, तितकेंच तेवढ्या आकाराच्या रिकाम्या भांड्यातही मावते ’; कोणाही मायेच्या पूतानें ‘ तुम्हीं जें सांगता ते प्रत्यक्ष करून दाखवा ’ असे त्याला म्हटलें नाहीं. प्रत्येकानें अंधळ्यासारखा त्याच्या म्हणण्यावर विश्वास ठेवला. अठराव्या शतकापासून मात्र ही स्थिती पालटली. प्रत्यक्ष घडणाऱ्या गोष्टींचा पद्धतशीर अभ्यास करून व जरूरीप्रमाणें प्रयोग करूनच, शास्त्रज्ञ त्या गोष्टींबद्दलचीं अनुमानें काढूं लागले; त्यामुळें त्यांचीं अनुमानें बव्हंशीं बरोबर येऊं लागलीं; निदान आपलें चुकतें कोठें हें तरी त्यांना नक्की कळूं लागलें.

रसायनशास्त्र म्हणजे काय ?

आपल्या सभोवार असलेल्या पदार्थांत प्रत्यहीं कांहीं ना कांहीं फेरफार चाललेले असतातच; उदाहरणार्थ लांकूड जळून त्याचा कोळसा व राख बनते; लोखंड गंजतें; आपण खाल्लेल्या अन्नाचें रक्त, मांस व चरबी यांत रूपांतर होत असतें; दुधाचें दह्यांत रूपांतर होतें; वनस्पती कुजतात. याप्रमाणें फेरफार होऊन जे नवीन पदार्थ बनतात, त्याच्या पूर्वींच्या घटनेमध्यें (Composition) बदल झालेला असतो. हा झालेला बदल कसा व कां घडून येतो व नवीन बनलेल्या पदार्थांच्या गुणधर्मांमध्यें कसे फेरफार होतात, त्या सर्वांचा विचार रसायनशास्त्रांत केलेला असतो.

शास्त्रीय तपासणी कशी करावी ?

शास्त्रीय सिद्धांत प्रस्थापित करण्यासाठीं त्याच्याकडे कोणत्या रीतीनें पहावें लागतें हें येथें सुरवातीस सांगितलें तर अस्थानीं होणार नाहीं. हें करण्याच्या तीन पायऱ्या आहेत. (१) ज्या सिद्धांतासंबंधीं शोध करावयाचा त्याच्यासंबंधीं प्रथम कांहीं प्रयोग करावयाचे व त्यावरून कांहीं ठोकळ अनुमानें काढावयाचीं; (२) या प्रयोगाच्या आणि पाहणीच्या निश्चित परिणामावरून असें सामान्य विधान काढावयाचें कीं त्यांत त्या सर्व परिणामांचा समावेश झाला पाहिजे; (३) या सिद्धांताची सत्यता दुसरे तसलेच प्रयोग करून पडताळून पहावयाची. यालाच थोडक्यांत शास्त्रीय तपासणी म्हणण्यास हरकत नाहीं.

रसायनशास्त्रासारखे प्रायोगिक शास्त्र शिकतांना, त्या विषयाबद्दल कोणत्याही प्रकारचा पूर्वग्रह असतां कामा नये; कारण त्यामुळें सत्य गोष्टी शोधून काढण्यास अडथळा येतो. नियमाप्रमाणें जर एखादी गोष्ट घडत नसेल, तर घडणारी गोष्ट चूक नसून नियमच चूक असला पाहिजे; कारण आपणाला घडून येणाऱ्या गोष्टी बदलतां येणें शक्य नाहीं. म्हणून जरूर तर आपणाला त्याबद्दलच्या कल्पना बदलल्या पाहिजेत. सृष्टींत नेहमीं घडून येणाऱ्या गोष्टींकडे पूर्वग्रहदूषित दृष्टीनें पाहिल्यामुळें पूर्वींच्या शास्त्रज्ञांनीं खोट्या कल्पना कशा उराशीं बाळगल्या, त्यामुळें एका चुकीच्या अनुमानामुळें दुसरीं अनेक चुकीचीं अनुमानें कशीं काढलीं, व

तीच सामान्य लोकांच्या गळीं उतरविण्याचा त्यांनीं कसा प्रयत्न केला, याचा मनोरंजक इतिहास पुढल्या प्रकरणांत तुम्ही वाचाल; म्हणून रसायन-शास्त्र शिकणाऱ्या विद्यार्थ्यानें कोणत्याही गोष्टीबद्दल आपलें मन पूर्वग्रह-दूषित करून घेऊं नये एवढीच सूचना येथें देणें जरूर आहे.



प्रकरण २ रें

रसायन शास्त्राचा इतिहास

रसायन-शास्त्राचा प्रारंभ

रसायन-शास्त्राचा आरंभ-अगदीं ओबडधोबड स्वरूपांत-केव्हां झाला हें पहावयाचें झाल्यास, आपणास मनुष्याचा अगदीं जुना इतिहास पाहिला पाहिजे. कांहीं लोक '**टावूलकेन**' नांवाच्या धातु-शिल्पकारास अधुनिक रसायन-शास्त्राचा जनक समजतात; दुसरे कांहीं हा मान ईजिप्शिअन् लोकांस देतात; कारण रसायन शास्त्रास इंग्रजीमध्यें Chemistry असा जो शब्द आहे तो इजिप्शिअन् '**खेमेट**' या शब्दापासून आला असावा असा समज आहे. त्या भाषेंत याचा अर्थ 'काळा' किंवा 'गूढ' असा आहे.

अज्ञात काळापासून चिनी, हिंदु अगर इजिप्शिअन लोक शेतकीच्या औतासाठीं, तसेंच व्यवहारांत इतर पुष्कळ वस्तू तयार करण्यासाठीं, धातूंचा उपयोग करीत असत. त्यां धातूंपैकीं मुख्य धातू म्हटल्या म्हणजे सोनें, चांदी, शिसें, लोखंड, जस्त व पारा या होत. यांपैकीं फार थोड्या धातु शुद्ध स्वरूपांत सापडत व बाकीच्या-पारा, शिसें, लोखंड इ०-अशोधित स्वरूपांत सापडत; हत्यारासाठीं किंवा औतासाठीं त्यांचा उपयोग करण्यापूर्वीं त्या शुद्ध करून घ्याव्या लागत. ही शुद्धीकरणाची क्रिया या लोकांना माहित होती. आजच्या चिनी मातीच्या भांड्याप्रमाणें चिनी लोकांना रंगीत झिलईचीं भांडींही बनवितां येत होतीं. निरनिराळ्या फळांपासून दारू तयार करण्याची रीत त्यांना माहित होती एवढेंच नव्हे, तर तिचा मेंदूवर होणारा परिणामही त्यांना अवगत होता. तलम रेशमी अगर सुती कापडही ते तयार करीत. या व अशाच प्रकारच्या दुसऱ्या कांहीं उपयुक्त कार्यांवरून या वेळच्या जुन्या लोकांनीं मानवी ज्ञानांत फार मोठी भर टाकली असें आपणास कबूल केलें पाहिजे.

सुमारें दोन हजार वर्षांपूर्वीं इजिप्शियन् लोकांनीं पुरून ठेवलेलीं प्रेतें थडग्यांतून आज बाहेर काढलीं गेलीं आहेत; आणि आश्चर्याची

गोष्ट ही कीं, तीं नुकतींच पुरलेल्या प्रेताइतकीं ताजीं राहिलीं आहेत; यावरून त्यांना कितीही काळपर्यंत प्रेतें ठेवलीं तरी तीं कुजूं न देणारें एखादें मलम अथवा तेल माहित असावें असें दिसतें. हिंदु लोकांमध्येंही फार प्राचीन काळीं पुष्कळ प्रकारच्या दिव्यौषधांची अगर वनस्पतींच्या रसाची माहिती प्रसृत असल्याचा उल्लेख वेदांमध्यें अगर पुराणांमध्यें सांपडतो.

ग्रीसमधील ज्ञानी लोक (Philosophers).

ख्रिस्ती शकापूर्वी ४००।५०० वर्षें, सर्व ज्ञानभांडार ग्रीस देशांत साठविलें होतें. या कालचे विद्वान लोक प्रत्यक्ष प्रयोग न करतां विचाराच्या मदतीनेंच सृष्टींतील सर्व घडामोडींचा उलगडा करण्याचा प्रयत्न करीत. सृष्टींत फक्त चारच मौलें (elements) आहेत; तीं म्हणजे (१) पृथ्वी (माती) (२) हवा (३) पाणी (४) अग्नि; बाकीचे यच्चावत् सर्व पदार्थ यांच्यापैकीं दोन अगर दोहोंपेक्षां अधिक मौलांच्या संयोगानें बनले असावेत असें त्यानीं विचार करून ठरविलें. ही त्यांची कल्पना पुढें जवळ जवळ दीड हजार वर्षेंपर्यंत प्रचारांत होती.

किमया (alchemy)

ग्रीक लोकांच्या या बौद्धिक कल्पनांनीं जरी रसायन-शास्त्राच्या खऱ्याखुऱ्या वाढीस फारशी मदत केली नाहीं, तरी द्रव्याच्या मूलभूत गुणधर्मासंबंधीं, किंवा मौलांचें एकमेकांत रूपांतर करण्यासंबंधी कल्पनांच्या प्रसारामुळें, प्रायोगिक रसायन-शास्त्राच्या वाढीस चालना मिळाली; यामुळें हीन धातूचें मौल्यवान धातूमध्यें (सोनें) रूपांतर करण्याची शक्यता वाटून, संपत्तीच्या मागें लागलेले लोक या गोष्टीकडे अधिक लक्ष्य घालूं लागले. या रूपांतर करण्याच्या क्रियेस (alchemy) किमया असें नांव मिळालें. याच्याच मागें त्या वेळचें पुढारलेले ईजिप्शियन् लोकही लागले होते. त्यांपैकीं कांहींजणांनीं आपणांस या किमयेमध्यें यश मिळालें आहे अशी खोटीच हूल उठविली; त्याबरोबर दुसरे पुष्कळ लोक आपणांस एकदम श्रीमंत होतां येईल या वेड्या आशेनें लोखंडाचें सोन्यांत रूपांतर करण्याच्या मागें लागले. प्रत्येक-जण आपले प्रयोग अगदीं गुप्त रीतीनें करीत असे. या किमयागाराच्या प्रयोगशाळेचें वर्णन एके ठिकाणीं दिलें आहे; त्यावरून ही विद्या

गुप्त ठेवण्यासाठीं तो किती धडपडत असे, हें दिसून येतें. 'ही प्रयोगशाळा गांवाबाहेर भुयारांत बांधलेली असे. तींत जाण्याला वरून जो मार्ग असे तोही नेहमीं झाडपाल्यानें आच्छादिलेला असे. या मार्गानें आंत येऊन दारांत उभा राहतांच किमयागार आंतून ओरडून सांगे ' भल्या माणसा ! खालीं पायऱ्या उतरण्यापूर्वीं दरवाजा पक्का बंद केला आहे कीं नाहीं तें पहा, ' १०।५ पायऱ्या उतरून सपाट जमिनीवर आल्यावर पुन्हां वेडीवांकडीं वळणें घेऊन मुख्य प्रयोगशाळेच्या दाराशीं मनुष्य येई. या खोलींत प्रकाश येण्यास एक दोन झरोके असत. तेथें भट्टी पेटलेली असे आणि त्याचा धूर सर्व खोलीभर पसरलेला असे. त्यामुळें आंत येणाऱ्या मनुष्यास गुदमरल्यासारखें होई. बाहेरील शुद्ध हवा प्रकाशाच्या झरोक्यांतून आंत येई. मध्यभागीं टांगलेल्या दिव्याच्या अंधुक प्रकाशांत, खोलींतील प्रयोगाचीं उपकरणें अस्पष्ट दिसत. ऐरण, भाता, हतोडी, चिमटा, कांहीं लोखंडी नाल, मुशी, कांचेचे चंबू व रसायनाच्या बाटल्यांचें कपाट, अशा वस्तूंनीं सजविलेल्या प्रयोगशाळेंत, काळ्याकुट्ट पोषाखांत किमयागाराची वेडीविद्री आकृति वावरतांना पाहून, त्याच्या तावडींत सांपडलेला माणूस भयानें गर्भगळीत झाल्यावांचून राहात नसे. ' हीच काय ती जुन्या काळांतील प्रयोगशाळा; आणि येथेंच रसायन-विद्येचा जन्म झाला असें म्हणण्यास हरकत नाहीं.

या रसायन-विद्येचा प्रसार इजिप्तमधील धर्मगुरूंमध्येंच विशेष होता. तेही आपले प्रयोग गांवाबाहेरील देवळांत अगदीं गुप्तपणें करीत असत. परंतु त्यांनीं कितीही गुप्तपणा राखिला तरी पुष्कळ वेळां त्यांच्या गुप्त प्रयोगाची माहिती बाहेर फुटे. त्यामुळें इतर देशांतील लोकही या किमयेच्या मागें लागले, व पुष्कळांनीं त्याच्यापायीं आपल्या सर्वस्वाचा नाश करून घेतला. म्हणून तिसऱ्या शतकांत रोमन बादशहा **डिऑक्लेशिअन्** यानें सरकारी हुकुमानें रसायन-शास्त्रावरील सर्व पुस्तकांचा नाश करविला व इजिप्शिअन् लोकांना किमयेचें ज्ञान पसरविण्यास बंदी केली; परंतु या ज्ञानाचा गुप्तपणें फैलाव होत असल्यानें त्याचे सर्व प्रयत्न फुकट गेले.

इ. स. ६४२ मध्यें खलीप **ओमार** याचा सेनापती **अमरू** यानें

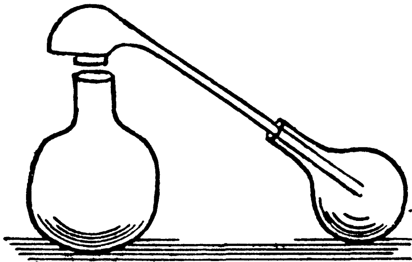
इजिप्तवर स्वारी केली, आणि या स्वारींत त्यानें अलेक्झँड्रीआ येथील लायब्ररीचा नाश केला. या लायब्ररींत जुने हस्तलिखित ग्रंथ बरेच होते. त्यामुळें जुन्या काळीं यशस्वी झालेल्या किमयेचें ज्ञान लुप्त झालें असें पुढील पिढींतील विद्वान लोक म्हणूं लागले.

पुढें लवकरच अरब लोकांनीं इजिप्त देश जिंकला व त्याबरोबर त्यांची गुप्त विद्याही ते शिकले. ग्रीक लोकांपासून मिळविलेल्या ज्ञानांत या गुप्त ज्ञानाची भर टाकून, त्यांनीं त्याचा त्या वेळच्या सुधारलेल्या युरोपमध्यें पुष्कळ प्रसार केला. इजिप्शिअन् लोकांच्या या गुप्त ज्ञानास अरबी लोकांनींच वर सांगितल्याप्रमाणें ‘ अल्केमी ’ (किमया) असें नांव दिलें; कारण अरबी भाषेंत ‘ एल ’ हें नियामक उपपद असून ‘ केमी ’ याचा अर्थ ‘ काळया प्रदेशांतील ’ अगर ‘ गूढ विद्या ’ असा आहे. इजिप्तला ‘ काळया मातीचा देश ’ असें अद्यापही म्हणतात; कारण नाइल नदीला पूर आल्यावर तिच्या दोहों तीरावर काळया मातीचे थर पसरतात. म्हणून या शब्दाची व्युत्पत्ति या दोहों दृष्टींनें लावतां येते.

गेबर

पुढें २०० वर्षांनंतर खलीप हरून अल–रशीदच्या कारकीर्दींत, **गेबर** नांवाचा प्रसिद्ध किमयागार होऊन गेला. हा खलिपा विद्वत्तेचा चाहाता असल्यामुळें, त्यानें बगदाद येथें मोठमोठ्या विद्वानांनीं लिहिलेल्या पुस्तकांचा संग्रह केला. इतकेंच नव्हे, तर पदरीं नाणावलेले विद्वान् बाळगून त्यांच्याकडून नवे नवे ग्रंथ लिहून घेतले. यांपैकीं एका ग्रंथांतच ‘ गेबर ’ या प्रसिद्ध किमयागाराची माहिती सांपडते. गेबर अमक्या गांवीं राहत होता किंवा अमक्या कालांत होऊन गेला याबद्दल नक्की पुरावा मिळत नाहीं. तथापि त्याच्या लिखाणावरून असें दिसून येतें कीं, आपण रसायन–शास्त्र शिकतांना ज्या

किमयागाराचें उर्ध्वपातन



आ. १

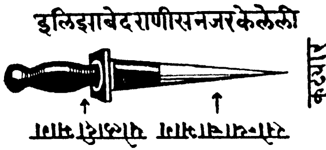
क्रिया-विद्रव, स्फटिकीभवन, उर्ध्वपातन, धातूमारण (Calcination)- करतों, त्याबद्दलची त्यास माहिती होती. तसेंच त्यास कित्येक धातू- सोनें, चांदी, पारा, तांबें, गंधक, जस्त-चे गुणधर्म माहित असून, आम्लें व अल्कली यांचेंही त्यास ज्ञान होतें. तो ज्या काळांत होऊन गेला त्याचा विचार केल्यास, त्यानें मिळविलेलें हें ज्ञान वाखाणण्याजोगें होतें यांत शंका नाहीं. गंधक आणि पारा निरनिराळ्या प्रमाणांत मिसळून सर्व पदार्थ बनले असावेत अशी त्याची कल्पना होती. सर्वात विलक्षण गोष्ट म्हणजे त्याचा किमयेवर बिलकूल विश्वास नव्हता; तो म्हणे, ' मांजराचें कुत्र्यांत रूपांतर करणें जितकें अशक्य, तितकेंच एका धातूचें दुसऱ्या धातूंत रूपांतर करणें अशक्य होय. '

जरी गेबरनें लोकांस किमया अशक्य म्हणून सांगितलें, तरी परीस शोधून काढण्याचें लोकांच्या मनांतून गेलें नाहीं. यांपैकीं कांहीं किमयागार केवळ ज्ञानार्जनासाठीं खऱ्या बुद्धीनेंच प्रयोग करीत होते. परंतु श्रीमंत लोकांना सोन्याच्या नादीं लावून पैसा मिळविण्यासाठीं, पुष्कळसे लोक आपण किमयागार आहोंत असें त्यांना भासवीत; आणि खोटेच प्रयोग करून त्यांच्यापासून द्रव्य उपटीत; किंवा धन्याच्या खर्चानें आपली प्रयोगशाळा चालवून सोन्याच्या आशेवर त्यांना झुलवीत ठेवीत.

इंग्लंडमध्यें जॉन राजाच्या कारकीर्दीत रोजर बेकन् नांवाचा किमयागार होऊन गेला. तो विद्वान होता; त्यानें बंदुकीच्या दारूचा शोध लावला; परंतु किमयेच्या मागें लागल्यामुळें त्याच्यावर चेटक्याचा आरोप आला. त्याचा परिसाच्या अस्तिवावर पूर्ण विश्वास होता. तो म्हणे ' परिसाच्या एका कणानें खंडोगणती लोखंडाचें सोनें बनतें. ' या त्याच्या कल्पनेवर भाळून कितां तरी लोकांनीं शेख महमदी मनोराज्यें करून स्वतःचा नाश करून घेतला.

या किमयागिरीची लाट स्टयुअर्ट राजाच्या कारकीर्दीत कळसास पोहोंचली होती. परिसाच्या शोधाबरोबर किमयागार आतां अमृताचा शोध करूं लागले. या अमृताच्या एका थेंबानें मनुष्यास कायमचें तारुण्य मिळावयाचें होतें. कांचन व तारुण्य या दोन गोष्टी किमया- गाराच्या कल्पनेप्रमाणें मानवास लाभत्या तर, आजच्यापेक्षां कितीतरी

निराळ्या स्वरूपांत आपणास जग दिसलें असतें बरें ! **जंबॅस्टस् पॅरॅक्लिअस** नांवाच्या किमयागारानें आपणास परिस व अमृत दोन्ही सांपडल्याचें जाहीर केलें; परंतु स्वतः शोधून काढलेलें अमृत फाजील प्रमाणांत पिऊन तो इ. स. १५४१ मध्यें मरण पावला ! त्यानें शोधून काढलेलें अमृत म्हणजे अशुद्ध दारू होती.



आ. २

त्या वेळच्या किमयागिरीचें प्रत्यक्ष फल म्हणून एका साधूनें इलिझाबेद राणीला एक खंजीर नजर केला होता. त्याचा वरचा अर्धा भाग पोलादाचा व खालचा अर्धा भाग सोन्याचा होता. हें रूपांतर कसें घडून आलें हें मात्र राणीला त्यानें बिलकूल सांगितलें नाहीं. कदाचित् एखाद्या भटक्या किमयागारानें हा खंजीर त्याला श्रद्धापूर्वक नजर केला असावा. केव्हां केव्हां हे किमयागार आपल्या किमयेचा प्रभाव लोकांस दाखवीतही. प्रेक्षकांपैकीं कोणाकडूनही लोखंडाचा खिळा घेऊन व आपल्याजवळच्या द्रवांत बुडवून, त्याचें चांदीमध्यें किंवा तांब्याभध्यें रूपांतर केल्याचे दाखवीत. या हातचलाखीच्या प्रयोगाबद्दल लोकांकडून त्यांना पैसा मिळे; तो घेऊन ते पसार होत. हे लोक आपल्या किमयेचे प्रयोग एकाच गांवीं दोन वेळां. करून दाखवीत नसत. कारण त्यांना आपली विद्या गुप्त ठेवावयाची असे

या किमयागारांपैकीं बहुतेक लोक ढोंगी असत. या त्याच्या ढोंगीपणामुळें फसलेल्या एका डयूकची गोष्ट सांगितली म्हणजे, १४ व्या किंवा १५ व्या शतकांत सुशिक्षित श्रीमंत लोकही किमयेच्या वेडानें कसे भारून गेले होते, हें कळून येईल. अशाच एका किमयागारानें आपल्या किमयेच्या ज्ञानाबद्दल थापा मारून, एका बड्या डयूकजवळ नोकरी मिळविली; त्यानें डयूकला जरूर तीं द्रव्यें दिलीं व एका मुशींत घालून ती वितळविण्यास सांगितलें; तीं द्रव्यें प्रयोगशाळेंत तापत ठेवून तिला बाहेरून कुलुप लाविलें. दुसरे दिवशीं प्रयोगशाळा उघडून पाहतां, मुशींतील द्रव्याचें सोन्यांत रूपांतर झाल्याचें आढळून आलें. प्रयोगशाळा बंद करतेवेळीं किमयागारानें आपल्या

मुलाला तेथील एका कपाटांत लपवून ठेविलें होतें; व बाहेर निघतांना आपणच मुशींत सोनें टाकून दिलें होतें. दुसरे दिवशीं सकाळीं मुशींत सांपडलेलें सोनें हेंच होय. खऱ्या परिसाचा शोध कोणासच लागला नव्हता. परंतु लोभी लोकांकडून पैसा उपटण्यासाठीं शेंकडा ९९ किमयागार आपणांस किमयेचें ज्ञान असल्याचें भासवीत व स्वतःची चैन चालवीत. परंतु खोट्या ज्ञानावर जग किती दिवस झुलणार ? तेव्हां स्वाभाविकपणें त्यांच्याही पडत्या काळास सुरवात झाली व लोकांचा-ही किमयेवरील विश्वास साफ उडाला.

पॅरासेल्सिअस,

पॅरासेल्सिअस हा एका स्विस् वैद्याचा मुलगा. याचा जन्म सोळाव्या शतकाच्या पूर्वार्धांत झाला. घरीं वैद्यकीचा धंदा चालू असल्यामुळें त्यालाही निरनिराळ्या औषधाचे गुणधर्म तपासण्याची आवड उत्पन्न झाली. स्वभावतःच तो स्वतंत्र बुद्धीचा असल्यामुळें आपले विचार लोकांपुढें धीटपणें मांडण्यास कचरत नसे. या त्याच्या वृत्तीमुळें त्याला पुष्कळ शत्रू उत्पन्न झाले. किमयागारांनीं किमयेच्या मागें न लागतां निरनिराळ्या रोगांवर औषधें शोधून काढावीं व लोकांचा दुःखभार हलका करण्यास मदत करावी, असें तो जाहीरपणें सांगू लागला. किमयागारांना ही जी नवी दृष्टी त्यानें दिली, त्यामुळें लोक त्याला वैद्य-शास्त्रांतील **'मार्टिन ल्युथर'** असें म्हणूं लागले; कारण हा मार्टिन ल्यूथरचा समकालीन होता.

याप्रमाणें किमयेच्या शोधांत शास्त्रज्ञांनीं पुष्कळ प्रयोग केले; कांहीं खरेखुरे शोधही लावले; परंतु त्यांचें सर्व लक्ष्य या एकाच अचल ध्येयाकडे लागल्यामुळें त्या शोधांचें त्यांना कांहींच महत्त्व वाटलें नाहीं; तथापि **रोजर बेकन्** यानें लाविलेला बंदुकीच्या दारूचा शोध, **व्हॅान् हेलमॉट** यानें शोधिलेले वायूचे गुणधर्म व **गेबरचे** रसायन–शास्त्रांतील संशोधन, या सवाचा एकत्रित विचार केला असतां किमया–युगांत रसायन-शास्त्राची वाढ झाली यांत शंका नाहीं. यापुढें केवळ ज्ञानाची वाढ करण्यासाठींच, सृष्टींतील घडामोडींचा शास्त्रज्ञ अभ्यास करूं लागले. त्यांत व्यक्तीच्या फायद्याचा प्रश्नच राहिला नाहीं. म्हणून येथूनच अधुनिक रसायन–शास्त्राचा उदय झाला असें म्हणण्यास हरकत नाहीं.

फ्लॉजिस्टन् युग

सतराव्या शतकाच्या मध्यास रसायनशास्त्राच्या अभ्यासास योग्य दिशेनें सुरवात झाली असल्याचें मागें आलें आहेच. ही सुरवात ज्वलनासंबंधीच्या प्रयोगापासून झाली. अतिशय प्राचीन कालापासून विस्तव, ज्वलन, उष्णता यांच्या सृष्टींतील कार्याचा मनुष्य सारखा विचार करीत होता; त्याबद्दल पुष्कळ दिवसपर्यंत समाधानकारक उत्तर न मिळाल्यामुळें ही एक दैविक शक्ति असावी असें समजून, त्याची तो पूजा करूं लागला. कांहीं जणांनीं ज्वलनासंबंधीं स्पष्टीकरण करण्याचा प्रयत्न केला; परंतु त्यांच्या या सर्व कल्पनाच ठरल्या. पुढें कित्येक दिवसपर्यंत पदार्थ जळतात म्हणजे त्याचें काय होतें हें पाहण्याचा कोणी प्रयत्नच केला नाहीं. एक मनुष्य मात्र खरा शोध लावण्याच्या अगदीं बेतांत होता, आणि त्यानें अधिक प्रयत्न केला असता तर त्याला तो लागताही. 'फुललेल्या निखाऱ्यावर हवेची जोरानें फुंकर घातली असतां त्यांतून ज्वाला निघते, किंवा मूठभर 'नैटर' त्याच्यावर टाकली असतां तोच परिणाम घडून येतो; यावरून 'नैटर' व हवा यांचे ज्वलनास मदत करण्याचे गुणधर्म एकाच प्रकारचे असले पाहिजेत,' असें त्यानें लिहिलें आहे. त्याची ही समजूत बरोबर होती; कारण आज आपणाला असें समजून आलें आहे कीं, हवा व 'नैटर' यांमध्यें असलेला ऑक्सिजन ज्वलनाला मदत करतो. सहज मिळालेल्या या माहितीचा कोणी उपयोग करून घेतला नाहीं, म्हणून ज्वलनासंबंधीचें स्पष्टीकरण पूर्वीइतकेंच अज्ञेय राहिलें.

बेचरचें अनुमान

सतराव्या शतकाच्या मध्याचे सुमारास **बेचर** नांवाच्या जर्मन शास्त्रज्ञानें आपली ज्वलनासंबंधीची कल्पना लोकांपुढें मांडली. 'पदार्थ जळतो' तेव्हां त्याचें दोन अथवा अधिक पदार्थांमध्यें विघटन होतें. प्रत्येक पदार्थांत ज्वलन-तत्त्व असतें, आणि जेव्हां तो जळतो तेव्हां त्यांतून तें निघून जातें. या तत्वाला त्यानें '**टेरापिंगुइस**' असें नांव दिलें. फॉस्फरस जळतो तेव्हां त्यांतून, अगर तांबें मारलें जातें (Calcined) तेव्हां त्यांतून, हेंच तत्त्व Fatty Earth (चरबीयुक्त माती)

निघून जाते. तांब्याची जी काळी राख मागें राहते ती या तत्त्वाविरहित राहिलेल्या तांब्याचा भाग होय.

याच बेचरचा ‘ **स्टॉल** ’ नांवाचा एक शिष्य होता. त्यानेंही ज्वलनासंबंधीं अनेक प्रयोग केले; आणि आपली एक नवीन कल्पना जगापुढें मांडली; त्याच्या नांवाला इतकी प्रसिद्धी मिळण्याचें कारण त्याची ही कल्पना पुढें शंभर वर्षेंपर्यंत टिकली, व त्यामुळें अप्रत्यक्षपणें रसायन–शास्त्राचें पाऊल पुढें पडलें. त्यानें आपल्या गुरूची कल्पना गृहित धरून तिचा अधिक विस्तार केला. त्याला अनेक प्रयोगांतीं असें दिसून आलें कीं, कित्येक पदार्थ इतर बाबतींत परस्परांहून अत्यंत भिन्न असतांही, ज्वलनशीलतेच्या बाबतींत त्याचें एकमेकांशीं अत्यंत साम्य असतें. यावरून सर्व ज्वालाग्राही पदार्थांत एकच समान तत्व असलें पाहिजे असें त्यानें अनुमानिलें, व त्याला त्यानें ज्वलनतत्व (Phlogiston) असें नांव दिलें. हें ज्वलनतत्व सृष्टींतील अनेक पदार्थांत शिरून राहिलेलें असतें, व त्या स्थितींत तें दृग्गोचर नसतें; परंतु तो पदार्थ जळूं लागला, म्हणजे हेंच तत्व बाहेर पडून ज्वालेच्या रूपानें इंद्रियगोचर होतें, म्हणून प्रत्येक जळणारा पदार्थ हा संयुग आहे; आणि हें ज्वलनतत्व त्याचा एक घटक होय. जळत्या मेणबत्तीवर झांकण घातलें असतां ती विझते, या गोष्टीचें **स्टॉल** पुढीलप्रमाणें स्पष्टीकरण करीत असे. झांकण घातल्यानें हवा कोंडली जाते व ती ज्वलनानें संपृक्त होते, म्हणून तींत अधिक ज्वलनतत्व मावत नाहीं. अर्थात् मेणबत्तीला तें बाहेर टाकून देणें थांबवावें लागतें; त्यामुळें आपोआपच ज्वलन थांबतें.

अशीच क्रिया धातू मारल्या जातात तेव्हां घडून येते; म्हणून सर्व धातू संयुग असून त्यांचा एक घटक ज्वलनतत्व आहे; तसेच श्वासोच्छ्वास क्रिया हीसुद्धां एकप्रकारचें ज्वलन आहे, व या क्रियेंत हें ज्वलनतत्व शरीरांतून बाहेर पडून हवेंत मिसळत असल्याकारणानें शरीरांत ऊब राहते, व बंद केलेल्या खोलींत या ज्वलनतत्वानें हवा संपृक्त झाल्याकारणानें मनुष्याला श्वासोच्छ्वास करतां येत नाहीं, असें तो प्रतिपादित असे.

वरवर विचार करणारास **स्टॉलची** ही कल्पना बरोबर वाटली.

पुष्कळशा पदार्थांच्या ज्वलनक्रियेचें त्यानें याप्रमाणें समर्थनही केलें. परंतु या कल्पनेवर दोन आक्षेप घेतले गेले. (१) हवा ज्वलनतत्वानें संपृक्त होते म्हणून पदार्थ जळण्याचे थांबतात, या म्हणण्याला खात्री-लायख पुरावा देतां आला नाहीं; त्याची ही नुसती कल्पना होती; त्याला प्रयोगाचें पाठबळ नव्हतें. दुसरा आक्षेप पहिल्यापेक्षांही अधिक महत्वाचा होता. (२) कांहीं धातू मारले असतां त्यांचें वजन कमी होण्या-ऐवजीं वाढे. उदाहरणार्थ तांबें मारून जी काळी पूड उरे तिचें वजन प्रथम घेतलेल्या तांब्याच्या वजनापेक्षां अधिक भरे. तांबें मारतांना जर त्यांतून ज्वलनतत्व बाहेर निघून जातें, तर त्या काळया पुडीचें वजन तांब्याच्या वजनापेक्षां कमी भरावयास पाहिजे. ज्वलनतत्वाच्या कल्पनेचे अनुवादक या गोष्टीचें स्पष्टीकरणही करीत. ते म्हणत, कांहीं पदार्थांत ज्वलनतत्वाचें ऋण वजन असतें; म्हणजे त्याला जडपणा नसून हलकेपणा असतो. म्हणून हा हलकेपणा धातू मारल्यानें निघून गेल्यावर तो आपलें खरें वजन दाखवितो. याही स्पष्टीकरणांत एक व्यंग होतें; तें म्हणजे ही गोष्ट प्रत्यक्ष प्रयोगानें सिद्ध करून दाखवितां येत नव्हती.

असें असूनसुद्धां शास्त्रज्ञांना ज्वलनतत्वाची कल्पना पुष्कळ दिवसपर्यंत–जवळ जवळ शंभर वर्षें–गृहित धरावी लागली; कारण त्यापेक्षां दुसरी सुगम कल्पना कोणासही सुचली नाहीं. प्रत्यक्ष प्रयोगा-वरून किंवा घडत असलेल्या गोष्टींचा सूक्ष्म अभ्यास करून, ज्यावेळीं शास्त्रज्ञ अनुमानें बांधूं लागले तेव्हांच ही ज्वलनतत्वाची कल्पना चुकीची असल्याचें त्यांस आढळून आलें, व त्यांनीं ती सोडूनही दिली. तथापि ही चुकीची कल्पना प्रसृत असतांही रसायन–शास्त्रांत पुष्कळ प्रगति झाली; व अठराव्या शतकाच्या अखेरीस जे क्रांतिकारक शोध लागले त्याला अनुकूल वातावरण निर्माण करण्यास त्याची मदत झाली यांत शंका नाहीं.

यानंतर सुमारें शंभर वर्षेंपर्यंत निरनिराळे शास्त्रज्ञ ज्वलनासंबंधी व इतरही गोष्टींसंबंधी प्रयोग करण्यांत गुंतले होते. परंतु ज्वलना-बाबतींत **लव्हायजेनें** केलेला प्रयोग महत्वाचा ठरला, व त्यामुळें ज्वलनतत्व सिद्धांताला कायमची मूठमाती मिळाली; तो प्रयोग असा:–

'एका पातेल्यांत पाणी घेऊन,त्यांवर हंडी उपडी घातली व या कोंडलेल्या हवेमध्यें शिसें मारून, तिच्या व्यापामध्यें फरक पडतो कीं काय हें त्यानें पाहिलें. प्रयोग संपल्यावर त्यानें शिल्लक राहिलेल्या हवेचें वजन व धातूच्या भस्माचें वजन काढलें, तेव्हां त्याला असें आढळून आलें कीं हवेचें जेवढें वजन कमी झालें तेवढेंच तिचें भस्म होतांना वजन वाढलें. म्हणून त्यानें असें अनुमान बांधलें कीं मारण-क्रियेंत धातूचा व हवेच्या कांहीं भागाचा संयोग होत असला पाहिजे. ह्या व अशाच प्रकारच्या त्यानें केलेल्या दुसऱ्या प्रयोगावरून, ज्वलनासंबंधीं त्याला खरा सिद्धांत लोकांपुढें मांडतां आला.

याच सुमारास इंग्लंडमध्यें **प्रीस्टले** व **कॅव्हेंडिश** यानीं ऑक्सिजन व हैड्रोजन वायू शोधून काढले. स्कॉटलंडमधील **ब्लॅक** या शास्त्रज्ञानें कार्बन-डाय-ऑक्साइड वायूचें संशोधन केलें.वर ज्या सुप्रसिद्ध शास्त्रज्ञाच्या प्रयोगासंबंधी माहिती सांगितली, त्याच लव्हायजेनें रसायन-शास्त्रांत तराजूवर मोजमाप घ्यावें लागतें हें प्रथमच लोकांच्या निदर्शनास आणिले.फ्रान्समधील राजक्रांतीच्या सुमारासच लव्हायजेचे हे रसायन-शास्त्रांतील क्रांतिकारक प्रयोग सुरू होते. परंतु क्रांतिकारकांमधील कांहीं माथेफिरू लोकांनीं आपल्या देशास रसायन-शास्त्राची जरूरी नाहीं असें ठरविलें. म्हणून त्यास एकदम पकडून फारशी चौकशीही न करतां फाशी देऊन टाकलें. यामुळें जग एका प्रसिद्ध शास्त्रज्ञाच्या संशोधनास मुकलें. इंग्लंडमध्यें **सर हंप्रे डेव्ही** यानें पुष्कळ नवीन धातूंचा शोध लाविला; आणि **जॉन डाल्टन** यानें पुष्कळ प्रयोग करून रासायनिक संयोगाचे नियम बांधले. **फॅरडे डेवर** व **कुक** या शास्त्रज्ञानींसुद्धां आपापल्यापरी प्रायोगिक ज्ञानांत पुष्कळ भर टाकली. तथापि अनिर्बंध प्रयोग न करतां पद्धतशीर रीतीनें प्रयोग करून अनुमानें कशीं बांधावींत, हें लव्हायजे यानेंच इतरांना प्रथम शिकविलें. त्यामुळें किती तरी विलक्षण क्रांतिकारक शोध जगापुढें मांडले गेले आणि आज जरी परिसाची कल्पना स्वप्नवत् वाटते, तरी भावी कालांत कदाचित् ती शक्य कोटींत आणतां येईल असा विश्वास आजच्या शास्त्रांज्ञाच्या मनांत उत्पन्न झाला आहे.

अठराव्या शतकाच्या अखेरपर्यंत रसायन-शास्त्राचा इतिहास थोडक्यांत आपण येथपर्यंत पाहिला. या शास्त्राच्या ज्ञानांत कसकशी भर पडत

गेली व चुकीचीं तत्वें अगर कल्पना दुरुस्त कशा केल्या गेल्या हें आपणास समजलें. या चुका होण्याचीं मुख्य कारणें म्हटलीं म्हणजे प्रयोग केल्यावांचून नुसतें कल्पनेनेंच सिद्धांत बांधण्याची जुन्या लोकांची कल्पना, आणि केलेल्या प्रयोगांत वजनें मापें घ्यावीं लागतात या कल्पनेचा अभाव. म्हणूनच वरील चुका दुरुस्त होण्यास इतकीं वर्षें लागलीं. म्हणून या शास्त्रांतील जीं तत्त्वें तुम्हांस शिकावयाचीं आहेत, त्यांत प्रयोगाचें महत्व कां व किती आहे हें तुम्हांस कळून येईल.

खालीं दिलेल्या कोष्टकावरून रसायन–शास्त्राच्या ऐतिहासिक कालाची सामान्य कल्पना तुम्हास येईल.

खि० श० पूर्व

१५०० ५०० ० १६०० १७५०

इतिहास पूर्व काळ	इजिप्शिअन व अरब लेखक वर्ग	ग्रीसमधील ज्ञानी लोक	किमया युग	फ्लॉजिस्टनचें युग	अधुनिक रसायन–शास्त्रास आरंभ

———

प्रकरण ३ रें

कायिक व रासायनिक फेरफार

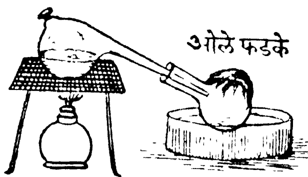
Physical & Chemical Changes

प्रयोग १ लाः-एका पोलादाच्या अगर प्लॅटिनमच्या तारेचें टोक चिमटयांत धरून स्पिरिट्च्या दिव्यावर ती तार खूप वेळ तापवा. ती प्रथम लाल झालेली व नंतर पांढरी झालेली तुम्हांस दिसेल. आतां ती दिव्याच्या ज्योतीवरून काढून बाजूस ठेवा. ती पूर्ववत् होते कां नाहीं ? तिच्यांत तुम्हांस काहीं फरक दिसतो काय ?

प्रयोग २ राः-पोलादाची सुई लोखंडाच्या किसाजवळ न्या. तिला लोखंडाचा कीस चिकटतो काय ? ती स्वच्छ पुसून तिचें वजन करा. नंतर ती टेबलावर आडवी ठेवून लोहचुंबकाचें एक टोंक तिच्यावरून पाच सात वेळा फिरवा. आतां तिचें एक टोंक परत किसाजवळ न्या. लोखंडाचा कीस तिला चिकटतो काय ? तिच्या रंगामध्यें अगर वजनामध्यें फरक पडतो काय ?

प्रयोग ३ राः-मेणबत्तीचें मेण एका बशींत घेऊन तिचें वजन करा, व नंतर तें तापवा. तापविल्यावर तें वितळतें. आतां ती बशी थंड करण्यासाठीं बाजूला काढून ठेवा. मेण निवून घट्ट झाल्यावर त्याचें परत वजन करा. त्याच्या पहिल्या आणि आतांच्या रंगांत किंवा वजनांत कांहीं फरक दिसतो काय ?

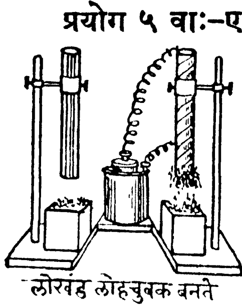
प्रयोग ४ थाः-एका बकपात्रांत थोडें पाणी घ्या. तिपाईवर एक जाळी ठेवून त्यावर तें बकपात्र ठेवा. पडूं नये म्हणून त्याला पकडींत अडकवून ठेवा. (आ. ३ पहा). बकपात्राच्या नळीच्या टोंकास एक चंबू धरून त्यावर थंड पाण्याची धार पडेल अशी व्यवस्था करा; किंवा



आकृति ३.

त्याला थंड पाण्यांत भिजविलेलें फडकें गुंडाळा. बकपात्र तापविल्यानें आंतील पाण्याची वाफ होऊन, ती नळीवाटें चंबूंत येईल; तेथें त्याचें पुन्हा पाण्यांत रूपांतर होईल. चंबूंतील पाणी व बकपात्रांतील पाणी यांचे गुणधर्म एकच आहेत कां नाहींत तें पहा.

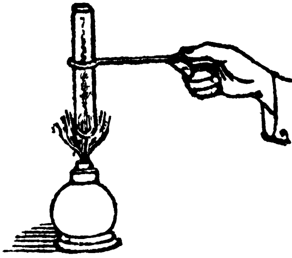
प्रयोग ५ वा:—एक लोखंडाची लहान पट्टी घेऊन तिच्या भोंवतीं तांब्याची तार गुंडाळा. ती पट्टी लोखंडाच्या किसाजवळ न्या. कीस तिला चिकटतो काय? त्या तांब्याच्या तारेंतून विद्युत्-प्रवाह सोडा. पुन्हा ती पट्टी किसाजवळ न्या. आतां तरी तिला कीस चिकटतो काय?


लोखंड लोहचुंबक बनतें

आकृति ४.

पोलाद किंवा प्लॅटिनम् तापविलें असतां तेवढ्यापुरतें तें लाल होतें; परंतु थंड केल्यावर पुन्हां पूर्वीसारखेंच होतें; त्याच्या रंगांत किंवा वजनांत बिलकुल फरक पडत नाहीं. मेण तापविलें तर वितळतें व निववलें तर घट्ट होतें; परंतु त्याच्या बाह्य गुणधर्मांमध्यें कांहींच बदल होत नाहीं. द्रवरूपांत अगर स्थाणुरूपांतही तें मेणच असतें. पाणीसुद्धां तापविलें तर त्याचें वाफेंत रूपांतर होतें, किंवा थंड केलें तर बर्फांत रूपांतर होतें; परंतु याप्रमाणें बदल होतांना त्याचें वजन किंवा घटना (संयुग बनतांना मौलाचें असलेलें एक विविक्षित प्रमाण) बदलत नाहीं. लोखंडाच्या पट्टींतून विद्युत्—प्रवाह जात असेपर्यंत त्याला लोहचुंबकाचे गुणधर्म येतात; परंतु तारेंतून प्रवाह जाणेचा थांबल्यावर, लोहचुंबकाचे गुणधर्म नाहींसे होतात. याप्रमाणें त्याच्याही घटनेंत बदल होत नाहींत.

जेव्हां पदार्थांच्या बाह्य स्वरूपांत—रंग, आकार, दार्ढ्य इ०—गुणधर्म—बदल होतो, परंतु मूळ पदार्थ कायम राहतो, व त्याची घटना बदलत नाहीं, तेव्हां या फेरफाराला **कायिक** (Physical) **फेरफार** असें म्हणतात.



आकृती ५

प्रयोग ६ वा:-एका नळींत (Test tube) थोडी साखर घेऊन ती तापवा. जसजशी ती तापवावी तसतशी ती अधिकाधिक काळी पडूं लागेल. कांहीं वेळ तापविल्यावर ती थंड होण्यासाठीं बाजूस काढून ठेवा. थंड झाल्यावर मेणाप्रमाणें तिला पूर्वींचें रंगरूप किंवा चव येते कीं काय तें पहा.

प्रयोग ७ वा:-मॅग्नेशिअम् धातूची तार चिमट्यांत धरून दिव्याच्या ज्योतीवर धरा. पहा, ती जळूं लागते, व जळतांना तिचा प्रकाशही डोळे दिपविणारा असतो. जळल्यावर तिची खालीं राख (भस्म) उरते. या राखेचे गुणधर्म मूळच्या तारेच्या गुणधर्मांप्रमाणें आहेत कां पहा.

प्रयोग ८ वा:-नळींत थोडेसें नैट्रिकाम्ल घेऊन त्यांत तांब्याचा कीस टाका. हा कीस विरतांना जो वायु बाहेर पडतो, त्याचा वास व रंग पहा. आम्लाच्या रंगांत कीस विरतांना काय बदल होतो ?

प्रयोग ९ वा:-लोखंडाचा तुकडा दमट हवेंत ठेवा. दोन तीन दिवसांनीं त्याच्याकडे पहा. तुम्हांस त्यांत कांहीं फरक दिसतो काय ? त्यावर जमलेला बुरा कोणत्या रंगाचा दिसतो ? या बुऱ्याच्या व पूर्वींच्या लोखंडाच्या गुणधर्मांची तुलना करा. त्यांत कांहीं सारखेपणा दिसतो काय ?



आकृती ६

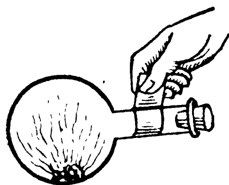
प्रयोग १० वा:-चुनखडीचा किंवा संगमरवराचा तुकडा घेऊन खूप तापवा. आतां तो पूर्वींइतका टणक लागतो काय ? या तापविलेल्या तुकड्यावर थोडेसें पाणी ओता. पहा तें फसफसूं लागतें. पाणी वाफेच्या रूपानें निघून जात

नाहीं काय ? चुनखडीवर किंवा संगमरवरावर पाणी टाकून पहा. वरीलप्रमाणें त्यावर कांहीं कार्य होतें काय ?

वरील प्रयोगांत अग्नीचें, आम्लाचें, दमट हवेचें किंवा पाण्याचें पदार्थावर कांहीं कार्य होतें; आणि तें होतांना अगर झाल्यावर, त्याचे बाह्य गुणधर्म पालटतात; इतकेंच नव्हे तर त्याच्या घटनेंतही फेरफार होतो. पूर्वीच्या प्रयोगांत तापविल्यामुळें वितळलेलें मेण, थंड केल्याबरोबर पूर्वीप्रमाणेंच घट्ट झालें; परंतु तापविल्यानें काळी पडलेली साखर, अगर जळून भस्म झालेली मॅग्नेशिअमची तार, थंड झाल्यावर पुन्हा पूर्वीप्रमाणें झाली नाहीं. त्यांच्यांत घडून आलेला बदल कायमचाच ठरला. त्याचप्रमाणें नैट्रिकाम्लाच्या कार्यानें तांब्यामध्यें अगर दमट हवेच्या योगानें लोखंडातही कायमचाच फेरफार झाला. तसेंच चुनखडी तापविल्यानें तिच्यांतसुद्धां कांहीं तरी कायमचाच फेरफार झाला असला पाहिजे; कारण तापविलेल्या चुनखडीवर जें पाण्याचें कार्य झालें, तें नुसत्या चुनखडीवर झालें नाहीं. याप्रमाणें उष्णतेच्या, आम्लाच्या अगर हवेच्या कार्यानें मूळ पदार्थाच्या घटनेंत बदल घडून येतो, आणि अजिबात् नवीन गुणधर्माचा पदार्थ तयार होतो. पदार्थामध्यें अशा प्रकारचे जे फेरफार घडून येतात त्यास **रासायनिक फेरफार** असें म्हणतात. अशा प्रकारचे दररोजच्या व्यवहारांत पुष्कळ फेरफार घडून येतात. मेणबत्ती, कोळसा, लांकूड व तेल यांचें ज्वलन, आपण खातों त्या अन्नाचें रक्तमांसांत होणारें रूपांतर, किंवा दुधाचें ताकांत होणारें रूपांतर, हीं सारीं रासायनिक फेरफाराचीं उदाहरणें म्हणून देतां येतील. हे रासायनिक फेरफार कायम स्वरूपाचे असतात, व एकदा झालेले फेरफार बदलत नाहींत.

प्रयोग ११ वा:- एका बशींत थोडें पाणी घेऊन तिचें वजन करा. थोडी साखर वजन करून दुसऱ्या बशींत घ्या. आतां ती साखर बशींतील पाण्यांत टाका. साखर पाण्यांत अदृश्य होते; म्हणजे ती अजिबात् नाहींशी होते काय ? साखरेच्या विद्रवाचें फिरून वजन करा. हें वजन, साखर आणि पाणी या दोहोंच्या वजनाबरोबर होतें काय ?

प्रयोग १२ वा:—फॉस्फरसचा एक वाटाण्याएवढा लहान तुकडा घ्या; (फॉस्फरस् शीघ्रज्वालाग्राही असल्यामुळें नेहमीं पाण्यांत ठेवतात. तुकडा कापून घेतेवेळीं पाण्यानें भरलेल्या पातेल्यांत मोठा तुकडा चिमट्यानें धरून, चाकूनें लागेल तेवढा भाग कापून घ्यावा. फॉस्फरस विषारी आहे; त्यामुळें त्याच्या जखमा लवकर बऱ्या होत नाहींत.) **व तो टीप कागदावर ठेवून चांगला कोरडा करा. कांचेचा एक मजबूत लहान चंबू घ्या, व त्यांत तो तुकडा ठेवा. तोंडास रबराचें बूच घट्ट बसवा. आतां चंबूचें वजन करा. चंबूंत ज्या जागीं फॉस्फरस असेल त्याच्या विरुद्ध बाजूस तो तापवा. फॉस्फरसनें पेट घेतल्यावर चंबूचें बूच घट्ट दाबून धरा. कदाचित् उष्णतेनें हवा प्रसरण पावल्यामुळें तें एकदम उडेल. फॉस्फरसचें जळणें थांबल्यावर चंबू थंड होण्यास तो तसाच कांहीं वेळ ठेवा. परत चंबूचें वजन करा. पहिल्या व या वजनांत कांहीं फरक येतो काय? फॉस्फरस जळतांना चंबूंतील हवेचा रंग बदलतो काय? बदलत असल्यास काय म्हणून?**



फॉस्फरसचें ज्वलन
आकृति ७.

साखर पाण्यांत विरून डोळ्यांस दिसेनाशी होते. तथापि प्रत्यक्ष वजन करून पाहिल्यावर, पूर्वीं साखर आणि पाणी या दोहोंचें मिळून जें वजन होतें, तितकेंच वजन या विद्रवाचेंही होतें. फॉस्फरस जळण्यापूर्वीं त्याचें आणि हवेचें जेवढें वजन होतें, तेवढेंच वजन (चंबूंत फॉस्फरस जाळल्यानें) त्याची हवेच्या घटकाशीं विक्रिया होऊन संयुग बनल्यावरही झालें. याप्रमाणें दोन्ही प्रयोगांत पदार्थांचें अविनाशित्व दिसून आलें. याचप्रमाणें जरी कापूर, मेणबत्ती, गंधक वगैरे पदार्थ जळल्यावर नाहींसे झाल्यासारखे दिसतात व उलट पक्षीं जरी मॅग्नेशिअम्, पारा व फॉस्फरस् यासारखे पदार्थ तापविले तर त्यांचें वजन वाढल्याचें दिसतें, तरी वर जे प्रयोग दाखविले, त्यावरून तुम्हांस कळून येईल कीं,

जळणाऱ्या पदार्थांचा हवेंतील घटकाशीं संयोग होऊन नवीन पदार्थ बनतात, व ते बनतांना कोणत्याही घटकाचा नाश होत नाहीं.

लव्हॉयजे यानें कोंडलेल्या हवेंत पारा तापवून, मर्क्यूरी ऑक्साइडची तांबडी पूड मिळविली, व तिचें वजन केलें; व हें वजन क्रियेंत भाग घेणाऱ्या पाऱ्याच्या व हवेच्या घटकाच्या वजनाबरोबर असल्याचें दाखविलें. उलट पक्षीं मर्क्यूरी ऑक्साइडची पूड तापवून, त्यापासून प्रथम वजन करून घेतलेला पारा व हवेचा घटक परत मिळूं शकतात हेंही दाखविलें, व या केलेल्या प्रयोगांवरून पुढीलप्रमाणें नियम काढला:—

'रासायनिक अगर कायिक फेरफारांत पदार्थांचीं रूपांतरें होतात, परंतु त्या क्रियेंत भाग घेणाऱ्या सर्व पदार्थांचें जें वजन असतें तें त्या फेरफारानंतरही कायम राहतें, बदलत नाहीं. त्यांत कोणत्याही घटकांचा नाश होत नाहीं.' यालाच **पदार्थांच्या अविनाशित्वाचा नियम** (Law of Conservation of Mass) असें म्हणतात. दुसऱ्या शब्दांत हाच नियम सांगावयाचा झाल्यास असें म्हणतां येईल कीं, '**सृष्टींतील यच्चावत् द्रव्य अविनाशी आहे; सृष्टींत असलेल्या द्रव्याचा नाशही करतां येत नाहीं, किंवा नवीन द्रव्य उत्पन्नही करतां येत नाहीं.**' फार तर त्याचें रूपांतर करतां येईल. हा नियम सिद्ध करण्यासाठीं जे प्रयोग करावयाचे ते अतिशय काळजीपूर्वक करावयास पाहिजेत. नवीन पदार्थ बनण्यापूर्वीं अगर बनतांना, त्यांतला एकही कण भांड्याबाहेर जातां कामा नये. सर्वांचें वजन अगदीं तंतोतंत घेतलें पाहिजे. म्हणून हे प्रयोग बंद भांड्यांतच (Closed vessels) करावे लागतात.

या प्रकरणांतील मुख्य गोष्टींचा सारांश

(१) कायिक फेरफार:-पदार्थांतील द्रव्याच्या घटनेंत कोणताही फेरफार न होतां, जेव्हां त्याच्या बाह्य स्वरूपांतच बदल होतो, तेव्हां त्यास कायिक फेरफार असें म्हणतात. उ. पाणी तापविलें असतां त्याची वाफ होणें, किंवा थंड केलें असतां त्याचें बर्फ बनणें.

(२) रासायनिक फेरफार:-उष्णतेच्या, आम्लाच्या अगर हवेच्या कार्यानें मूळ पदार्थांच्या घटनेंत बदल घडून येतो, आणि अजिबात् नवीन गुणधर्माचा पदार्थ तयार होतो; या होणाऱ्या फेरफारास 'रासायनिक फेरफार' असें म्हणतात.

(३) अविनाशित्वाचा नियमः–रासायनिक अगर कायिक फेरफारांत पदार्थांचीं रूपांतरें होतात. परंतु या क्रियेंत भाग घेणाऱ्या सर्व पदार्थांचें जें वजन असतें, तें फेरफारानंतरही कायम राहतें; त्यांत कोणत्याही घटकाचा नाश होत नाहीं.

प्रश्न

(१) पाण्यांत साखर टाकल्याबरोबर नाहींशी झाल्यासारखी दिसते. हा कायिक फेरफार कां रासायनिक ? कारणें द्या.

(२) तुम्हांस माहित असलेल्या आणखी कांहीं रासायनिक किंवा कायिक फेरफाराचीं उदाहरणें सांगा.

(३) रासायनिक फेरफारामध्यें कोणता विशिष्ट फेरफार होतो ?

(४) भासमान उष्णता ज्या रासायनिक फेरफारांत उत्पन्न होत नाहीं अशांचीं कांहीं उदाहरणें सांगा. (निदान दोन.)

(५) रबराची पट्टी ताणली तर होणारा फेरफार, किंवा सुईवरून पोलादाचें टोक फिरविल्यानें होणारा फेरफार, कोणत्या स्वरूपाचा ?

(६) दुधाचें दह्यांत होणारें रूपांतर म्हणजे कोणता फेरफार ?

(७) संगमरवर किंवा चुनखडी तापविल्यावर जे फेरफार होतात त्यांचें वर्णन करा.

(८) अविनाशित्वाचा नियम सांगून, तो ज्या प्रयोगानें सिद्ध करतां येईल त्याचें थोडक्यांत वर्णन करा.

———

प्रकरण ४ थें

गाळणें, बाष्पीभवन, स्फटिकीभवन, उर्ध्वपातन.

शुद्धीकरण

कोणत्याही पदार्थावर प्रयोग करून पाहण्यापूर्वी, ते शुद्ध करून घ्यावे लागतात; कारण सृष्टींत सर्वच पदार्थ शुद्ध स्वरूपांत सांपडत नाहींत. ते नेहमीं दुसऱ्या पदार्थांबरोबर मिसळलेले असतात. तेव्हां प्रथम आपणास ते शुद्ध स्वरूपांत कसे मिळवितां येतील तें पाहिलें पाहिजे. पदार्थ शुद्ध स्वरूपांत मिळविण्यासाठीं ज्या रीतींचा उपयोग करावा लागतो, त्यांपैकीं कांहींचा आपण या ठिकाणीं प्रथम विचार करूं.

प्रयोग १३ वा-:एका पंचपात्रांत थोडें पाणी घ्या; त्यांत शुद्ध मिठाचे खडे टाका. थोड्या वेळांत ते पाण्यांत विरघळतील; पाण्याची आतां चव पहा. ती खारट आहे कां नाहीं ? मिठाचे सूक्ष्म कण पाण्यांत सर्व ठिकाणीं पसरले असले पाहिजेत. पाण्याच्या कणांनीं एकमेकांपासून थोडेसें दूर सरून मिठाच्या कणांना जागा करून दिली.

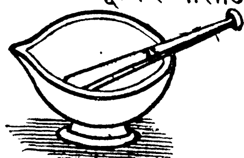
मीठ पाण्यांत टाकल्यावर, तें नाहींसें होत नाहीं, हें पाण्याच्या खारट चवीवरून कळून येतें; अशा स्थितींत तें पाण्यांत विरघळलें आहे असें म्हणतात; आणि तयार झालेल्या द्रवास मिठाचा **विद्रव** (Solution) असें म्हणतात. विरघळलेल्या मिठास, अगर पदार्थास **विद्राव** (Solute) व ज्या द्रवांत तो विरघळतो त्यास **द्रावक** (Solvent) असें म्हणतात. कांच, कोळसा, वाळू, माती अशासारखे पुष्कळ पदार्थ पाण्यांत विरघळत नाहींत, त्यास **अविद्राव्य** (insoluble) पदार्थ असें म्हणतात.

शुद्ध मिठाचा विद्रव पाण्याप्रमाणेंच रंगहीन असतो. नुसत्या डोळ्यांनीं त्यांत मीठ विरघळलें किंवा कसें तें सागतां येत नाहीं. परंतु विद्रवाच्या प्रत्येक थेंबागणिक मिठाची चव लागते. मोरचुदाप्रमाणें रंगीत पदार्थ जर पाण्यांत विरघळूं दिला, तर पाण्याच्या प्रत्येक थेंबास

निळा रंग येतो. म्हणून विरघळलेला पदार्थ पाण्यांत सर्वत्र विभागला जातो असें म्हणण्यास हरकत नाहीं. कितीही वेळ पाणी स्थिर राहूं दिलें, तरी तो पदार्थ पाण्यांतून वेगळा होऊन तळाशीं बसत नाहीं. जर पाण्यास **वाफरूं दिलें** (To Evaporate) तर मात्र कांहीं वेळां विद्राव आपल्या मूळ स्वरूपांत बाहेर पडतो.

विद्रव कसा बनवावा ?

चहांत अगर कॉफींत थोडी साखर टाकून जर ती चमच्यानें ढवळली, तर ती त्यांत लवकर विरघळते. हीच गोष्ट बाकीच्या विद्राव्य पदार्थांसंबंधींही लागू पडते. पदार्थाची पूड केल्यानें त्याचा विद्रव लवकर बनण्यास मदत होते. शिवाय द्रव तापविला तर त्यांत विद्राव्य पदार्थ लवकर विरघळत असल्याचें दिसून येतें. म्हणून चांगला चवदार चहा अगर कॉफी तयार करण्यासाठीं पाणी उकळत असतांनाच त्यांत आपण साखर, चहा अगर कॉफी टाकतों. यावरून विद्रव तयार होण्यास खालील क्रियांची मदत होत असल्याचें तुम्हांस दिसून येईल. (१) ढवळणें, (२) विद्रावाची पूड करणें, (३) विद्रव तापविणें.

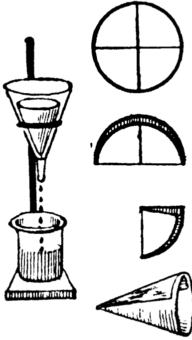


आकृती ८

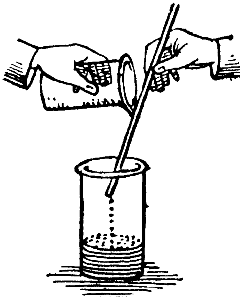
प्रयोग १४ वा–बाजारांत मिळणारें काळसर मीठ शुद्ध करणें.

एका पंचपात्रांत थोडेसें पाणी घ्या. त्यांत मीठ विरवून त्याचा विद्रव बनवा. चांगला विद्रव बनविण्यास वर सांगितल्यापैकीं एखादी क्रिया करा. विद्रवाचा रंग पहा. तो गढूळ असण्याचें कारण काय ? वाटोळा गळणीचा कागद (Filter paper) **घेऊन त्याची चतकोर घडी करा, त्या घडीचे तीन पदर एका बाजूस व एक पदर दुसऱ्या बाजूला फाकून, तो फनेलच्या तोंडाशीं बसवा. (आकृती ९ पहा.) फनेल स्टँडवर बसवा. त्यांतून तो विद्रव गाळून घ्या. अविद्राव्य पदार्थाचे (मातीचे) बारीक कण गळणीच्या कागदावर अडकून राहतात;**

व शुद्ध विद्रव खालीं ठेवलेल्या पंचपात्रांत जमतो. त्याचा रंग पहा. पूर्वीप्रमाणेंच तो गढूळ आहे काय? हा विद्रव चिनी मातीच्या उथळ बशींत घेऊन, ती बशी तिपाई (Tripod). वर ठेवा, व दिव्याच्या ज्योतीवर हा विद्रव तापवा. त्यांतील कांहीं पाणी वाफेच्या रूपानें निघून जाईल, व तेव्हां तड्तड् असा आवाज होईल. आतां ह्या बशींतील विद्रव सावकाश थंड होऊं द्या. कांहीं वेळानें बशीच्या तळाशीं मिठाचे लहान लहान कण दिसतील. प्रयोगाच्या सुरवातीस घेतलेल्या मिठाच्या रंगाशीं व चवीशीं या मिठाची चव व रंग ताडून पहा.


आकृती ९.

प्रयोगशाळेंत लोंबतीं (Suspended) द्रव्यें द्रवांतून वरचेवर काढून टाकावीं लागतात. पावसाळ्याच्या दिवसांत नदीचें पाणी गढूळ होतें. हा गढूळपणा येण्याचें कारण अविद्राव्य पदार्थांचे (माती) सूक्ष्म कण द्रवांत (पाणी) लोंबत राहतात. जर हा द्रव कांहीं वेळ स्थिर ठेविला तर, माती भांड्यांच्या तळाशीं बसते, आणि द्रवाच्या वरचे थरांत मातीचे कण रहात नाहींत. या स्थिर स्थितींत तळाशीं बसलेल्या या अविद्राव्य पदार्थास गाळ (Sediment) असें म्हणतात. भांड्याच्या वरच्या भागांत असलेला बिनरंगी शुद्ध द्रव, खालच्या गाळाला धक्का न लावतां, दुसऱ्या भांड्यांत काळजीपूर्वक ओतून घेतां येतो; किंवा अशा वेळीं गढूळ पाण्यांत तुरटीचा खडा टाकून, पूर्वीप्रमाणेंच वरचें पाणी ओतून घेतां येतें. या दुसऱ्या पद्धतीनें वेळ जरा कमी लागतो एवढेंच. अविद्राव्य


आकृति १०.

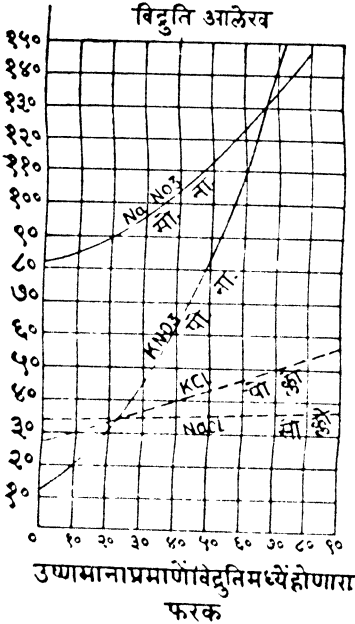
पदार्थ वेगळे करण्याच्या ह्या रीतीस '**ओतण्याची क्रिया**' (Decantation) असें म्हणतात. या क्रियेस फार वेळ लागत असल्यामुळें, हीं लोंबतीं द्रव्यें काढून टाकण्यास, यापेक्षां जलद होणाऱ्या गाळण्याच्या क्रियेचा अवलंब करावा लागतो. गळणीच्या कागदाला असंख्य सूक्ष्म छिद्रें असतात. यांतून विद्रव खालीं पडतो; परंतु अविद्राव्य पदार्थांचे कण मात्र कागदावरच राहतात. गाळ वेगळा करण्याच्या या रीतीस **गाळण्याची क्रिया** (Filtration) असें म्हणतात.

प्रयोग १५ वा:—एका पंचपात्रांत ५० घ. सें. मीटर पाणी घ्या. पोटॅशिअम् नैट्रेटची पूड करून ती त्या पाण्यांत थोडी थोडी टाका, व कांचेच्या दांड्यानें विद्रव जोरानें ढवळा. ती सर्व पूड विरघळल्यावर पुन्हा आणखी थोडी पूड पाण्यांत टाका व पुन्हा दांड्यानें विद्रव ढवळा. या क्रियेनें अधिकाधिक पूड पाण्यांत विरघळूं लागते कीं नाहीं तें पहा. थोडी तरी पूड न विरघळतां तळाशीं राहीपर्यंत ही क्रिया चालूं ठेवा. याप्रमाणें जो विद्रव तयार होतो त्यास 'संपृक्त विद्रव' (Saturated solution) असें म्हणतात.

ह्या संपृक्त विद्रव स्पिरिट्च्या दिव्यावर ठेवून तापवा, व पुन्हा थोडीशी पूड टाका. ती अधिक टाकलेली पूड पाण्यांत विरघळते कां नाहीं? ज्या उष्णमानावर ही पूड विरघळते तें उष्णमान टिपून ठेवा. पुन्हा थोडीशी पूड टाकून, विद्रवाचें १० अंश उष्णमान वाढवा, व अधिक टाकलेली पूड विरघळते कां नाहीं तें पहा; याप्रमाणें दहा दहा अंश उष्णमानास किती अधिक पूड विरघळते तें पहा. यावरून तुमच्या लक्ष्यांत काय येतें? याप्रमाणें मोरचूद व मीठ घेऊन वेगवेगळे प्रयोग करून पहा.

मुलांनो, एखादें भांडें पाण्यानें अगदीं कांठोकांठ भरलें आहे कां नाहीं, हें आपण कशावरून ठरवितों? भांडें भरून त्यांतून पाणी सांडूं लागेल तेव्हां; विद्रव संपृक्त झाला कीं नाहीं, हें सुद्धां अशाच परीक्षेनें पाहतात. ठराविक वजनाचें (१०० ग्रॅम्) पाणी पंचपात्रांत घेऊन, त्यांत विद्रावाची पूड टाकितात, व कांचेच्या दांड्यानें विद्रव ढवळतात, म्हणजे पूड विरघळण्यास मदत होते. याप्रमाणें अधिकाधिक पूड टाकून ती विरघळते कां नाहीं तें पहातात. कांहीं पूड न विरघळतां

विद्रवाच्या तळाशीं राहिली, म्हणजे तो संपृक्त झाला असें समजतात. शिवाय विद्रव जसजसा तापवावा तसतशी अधिकाधिक पूड विरघळूं लागते. दहादहा अंशांच्या उष्णमानाच्या फरकानें किती अधिक पूड विरघळूं लागते, हें वर (प्रयोग १५ वा) पाहिलें आहेच. आलेख-पत्रा (Graph paper)-वरील आडव्या रेषेवर १०० ग्रॅम् पाण्यांत विद्रुत झालेल्या विद्रावाचें वजन व उभ्या रेषेवर उष्णमान दाखवून आलेख काढतात. यालाच 'विद्रुति आलेख' (Solubility curve) असें म्हणतात. मोरचूद, मीठ, पोटॅशिअम नैट्रेट, या प्रत्येकाचा आलेख वेगवेगळा येत असल्याचें दिसून



उष्णमानाप्रमाणें विद्रुतिमध्यें होणारा फरक

आकृति ११.

येईल. सामान्यत: संपृक्त विद्रवाचें उष्णमान वाढविलें तर पोटॅशिअम् नैट्रेट व मोरचुदासारखे कांहीं पदार्थ अधिक प्रमाणांत विरघळतात. परंतु याला मीठ अपवाद आहे. कारण सामान्य उष्णमानावर तें जितकें विरघळतें, त्यापेक्षां उच्च उष्णमानावर तें फारसें अधिक विरघळत नाहीं.

१०० ग्रॅम पाण्यामध्यें कोणत्याही उष्णमानावर, संपृक्त विद्रव तयार करण्यास, जितक्या वजनाचा पदार्थ घ्यावा लागतो, त्या वजनास त्या पदार्थाची त्या विशिष्ट उष्णमानावरची विद्रुति असें म्हणतात. उदाहरणार्थ:--मोरचुदाची विद्रुति सामान्य उष्णमानावर (२५° सें.) २३ ग्रॅम्

आहे; परंतु तीच १००° सें वर ७५ ग्रॅम् आहे. परंतु निरनिराळ्या उष्णमानावर मिठाची विद्रुति मात्र एकच (३६·५ ग्रॅम्) आहे.

विद्रवापासून विद्राव वेगळा करणें

बाजारांतून आणलेलें मीठ कसें शुद्ध करावें हें चौदाव्या प्रयोगांत सांगितलें आहेच. प्रथम काळ्या मिठाचा संपृक्त विद्रव तयार करून कांहीं वेळ तसाच एकीकडे ठेवून देतात. त्यामुळें लोंबता गाळ—माती वगैरे—तळाशीं बसतो. वरचा स्वच्छ विद्रव दुसऱ्या भांड्यांत ओतून घेतात, (आकृती १० पहा) व पुष्कळसें पाणी वाफेच्या रूपानें निघून जाईपर्यंत तो उकळतात. विद्रवांतून बाहेर पडणारें मीठ चमच्यानें काढून घेऊन सुकवितात.

मीठ तयार करण्यासाठीं समुद्र किनाऱ्यावर मोठाले उथळ चौकोनी खड्डे ओळीनें तयार करतात, व त्यांत भरतीच्या वेळीं समुद्राचें पाणी सोडतात, व बांध घालून पुढील भरतीच्या वेळचें पाणी येणार नाहीं अशी तजवीज करतात. उथळ खड्ड्यांत आलेलें पाणी सूर्याच्या उष्णतेनें वाफरतें (evaporates). पाणी वाफरून गेल्यावर खालीं मिठाचे थर बनतात.

उसाच्या रसापासून अगर बिटाच्या मुळाच्या रसापासून, अशाच रीतीनें साखर तयार करतात. लोंबता गाळ काढून टाकण्यासाठीं, रस प्रथमतः गाळून घेतात; व मोठ्या उथळ भांड्यांत उकळवितात. याप्रमाणें पुष्कळसें पाणी वाफेच्या रूपानें निघून गेल्यावर त्यास सावकाश थंड होऊं देतात. तेव्हां द्रवांत तळाला साखरेचे बारीक बारीक खडे बसलेले दिसून येतात.

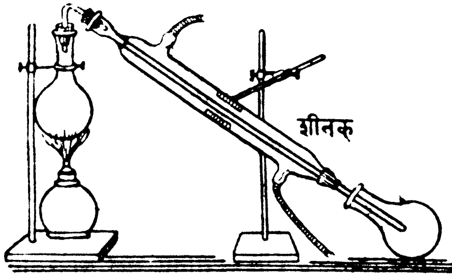
प्रयोग १६ वा:—खारट पाण्यापासून गोडें पाणी बनविणें.

मागें १४ व्या प्रयोगांत सांगितल्याप्रमाणें मिठाचा विद्रव तयार करा. त्यांत वाटल्यास थोडासा रंग टाका; म्हणजे विद्रवासही रंग येईल. हा विद्रव एका चंबूत घेऊन तो एका शीतकास[1]

टीप:—१ शीतक (Condenser) म्हणजे वाफ थंड करण्याची नळी. या नळ्या वेगवेगळ्या प्रकारच्या असतात. त्यापैकीं लैबिग्‌च्या शीतकामध्यें

[पुढील पानावर पहा.]

जोडा (आ. १२ पहा.) स्टँडवर पकडीनें चंबू घट्ट बसवा. त्याखालीं तिपाई ठेवून त्यावर जाळीचा तुकडा ठेवा. शीतकाचें दुसरें टोक वाटोळ्याबुडाच्या चंबूंत सोडा. त्याच्या बाहेरच्या नळीस दोन टोकें असतात. एक खालच्या बाजूस व दुसरें वरच्या बाजूस; त्यांपैकीं खालचें टोक पाण्याच्या तोटीस जोडा व वरच्या टोकास रबराची नळी जोडून ती सांड-पाण्याच्या भांड्यांत सोडा. तिपाईखालीं स्पिरिटचा दिवा ठेवून विद्रव तापवा. तो उकळूं लागल्यावर त्यांतील पाण्याची वाफ होईल, व शीतकामधून गोल बुडाच्या चंबूत जातांना, तिचें पाण्यांत रूपांतर होईल. हें पाणी गोल बुडाच्या चंबूंत साठेल. थोडेसें पाणी सांठल्यावर हा चंबू शीतकापासून दूर करा, व त्या पाण्याची परीक्षा करा. त्याला चव आहे काय? त्याला विद्रवाचा रंग आहे? या पाण्याचे कांहीं थेंब लहानशा स्वच्छ बशींत घेऊन त्याची वाफ होईपर्यंत तें तापवा. खालीं बशींत कांहीं विद्रावाचें कण दिसतात का पहा.



आकृति १२.

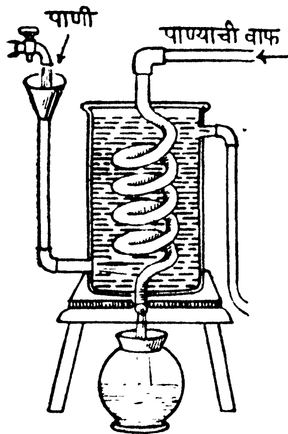
प्रयोगाचे वेळीं उपयोगांत आणलेल्या चंबूस ‘पाणी तापविण्याची टाकी’ व ज्या गोल बुडाच्या चंबूंत पाणी सांठतें त्यास ग्राहक असें म्हणतात. या रीतीनें जें पाणी मिळतें तें ‘उर्ध्वपातित जल’ (Distilled water) होय.

एक साधी काचेची नळी दुसऱ्या मोठ्या नळींत बसवितात. आंतील नळीची दोन्ही बाजूचीं टोंकें बाहेर आलेलीं असतात; बाहेरच्या मोठ्या नळीच्या दोहों-बाजूच्या टोंकाजवळ दोन तोट्या असून त्या रबरी नळीनें जोडतां येतात. ही व्यवस्था आंतील नळीभोंवती गार पाणी खेळविण्यासाठीं केलेली असते. यामुळें आंतील नळींतून वाफ ग्राहकाकडे जातांना तिचें पाण्यांत रूपांतर होतें.

हा प्रयोग करतांना इतकीं भारी उपकरणें वापरावीं लागत नाहींत. चंबूऐवजीं 'बकपात्र' घेऊन त्याच्या तोंडाशीं ग्राहक बसवितात; व त्यावर ओलें फडकें गुंडाळतात. किंवा प्रयोग चालू असतांना पाण्याच्या तोटींतून, पाणी सोडतात. (आ. ३ पहा).

या उर्ध्वपातित जलांत कोणत्याच प्रकारचीं शुद्ध अगर अशुद्ध द्रव्यें नसतात. म्हणून या पाण्याचा उपयोग बर्फ तयार करण्याकडे करतात. औषधें तयार करण्यासाठीं सर्व डॉक्टर याच पाण्याचा उपयोग करतात. प्रयोगशाळेंत सुद्धां प्रयोगासाठीं हेंच उर्ध्वपातित जल वापरतात.

जहाजावर पुष्कळ वेळां गोड्या पाण्याचा तुटवडा पडतो. समुद्राचें पाणी खारट असल्यामुळें पिण्याकडे त्याचा उपयोग करतां येत नाहीं. अशा प्रसंगीं वर सांगितलेल्या प्रयोगाप्रमाणेंच समुद्राचें पाणी शुद्ध करून घ्यावें लागतें. एका मोठ्या थोरल्या टांकीमध्यें पाणी भरून तें उकळवितात, व त्यापासून निघालेली वाफ, शीतकामधून दुसऱ्या मोठ्या ग्राहकांत सोडतात. शीतकामध्येंच तिचें पाण्यांत रूपांतर होतें. हा शीतक थोड्या वेगळ्या स्वरूपाचा असतो. एका

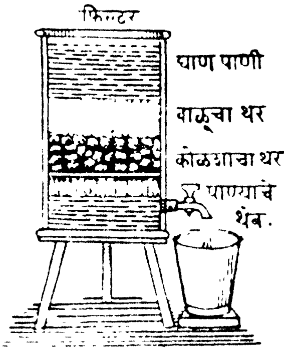


आकृति १३.

मोठ्या वाटोळ्या पिपांत वेटोळ्या असलेली नळी बसवितात. हिचें एक टोक वाफ येणाऱ्या नळीस जोडतात व दुसरें टोक ग्राहकांमध्यें सोडतात. टाकी चोहों बाजूनी बंद असून, तींत पाणी येण्यासाठीं खालच्या बाजूस एक नळी बसवलेली असते; त्याचप्रमाणें टाकींत आलेलें पाणी बाहेर काढून लावण्यासाठीं, दुसऱ्या बाजूस वरच्या अंगास एक तोटी असते. यामुळें दोन्ही तोट्या सुरू असल्या म्हणजे टांकींत नेहमीं गार पाणी राहतें.

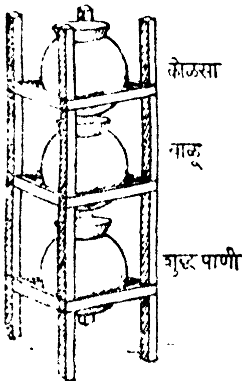
पिण्याच्या पाण्याचा पुरवठा

विहिरी, तळीं, नद्या इ० यांच्या पाण्यामध्यें पुष्कळ प्रकारचा लोंबता गाळ असतो. त्यांत कुजलेलीं झाडांचीं पानें, फांद्या, केरकचरा व इतरही घाण पडलेली आढळते; त्यामुळें पाणी अशुद्ध होतें; म्हणून त्याचा पिण्याकडे उपयोग करण्यापूर्वी ही सर्व घाण त्यांतून काढून टाकावी लागते. मोठ्या प्रमाणावर जेव्हां अशा-प्रकारचें पाणी शुद्ध करावयाचें असतें, तेव्हां बहुतेक गळणीची क्रिया (Filtration) उपयोगांत आणतात. येवढ्या मोठ्या प्रमाणावर गळणीचे कागद उपयोगांत आणतां येत नाहींत; म्हणून त्याऐवजीं वाळू वापरतात.



आकृती १४.

खालीं कोळसा व वर वाळू असे थर बनवून त्यावरून पाणी वाहूं देतात. पाण्यांतील लोंबता गाळ या थरावर राहतो. याप्रमाणें शुद्ध केलेलें पाणी, पिण्यासाठीं शहरांतील लोकास पुरवतात. हे गळणीचे थर कांहीं दिवस उपयोगांत आणल्यावर, त्यावर सांचलेला गाळ खरडून ओढून घेतात,व त्यांना उन्हांत सुकूं देतात. दर पांच सहा महिन्यानीं जुने थर काढून नवे थर घालावे लागतात.



पाणी शुद्ध करण्याची रीत

आकृती १५.

लहान प्रमाणावर पिण्याचें पाणी शुद्ध करावयाचें असल्यास, मातीचीं तीन भांडीं घडवंचीवर एकाखालीं एक अशीं ठेवतात. (आकृती १५ पहा).

त्यांपैकीं पहिल्या व दुसऱ्या भांड्याच्या तळाशीं १०।१५ छिद्रें असतात. पहिल्या भांड्यांत लहान लहान कोळशाचे खडे, व दुसऱ्या भांड्यांत वाळू घालतात. त्यामुळें पाण्यांतील सर्व गाळ वरील दोन भांड्यांत वेगळा होतो व शुद्ध पाणी तळच्या भांड्यांत जमतें.

आरोग्य आणि पाण्याचा पुरवठा

याप्रमाणें गाळ काढून शुद्ध केलेलें पाणीही पिण्याच्या उपयोगाचें नसतें. कारण त्यांत रोगोत्पादक जंतू-पटकी, नारु, विषमज्वर,-असतात होतात. या रोगांनीं पछाडलेल्या रोग्यांचे कपडे ज्या विहिरीच्या अगर तलावाच्या पाण्यांत धुतात, त्यांत या जंतूंची वाढ झपाट्यानें होते. अशा पाण्याचा उपयोग इतर लोकांनीं केला म्हणजे, त्यांनाही हा रोग होण्याचा संभव असतो. साध्या गळणीच्या पद्धतीनें या जंतूंचा नाश होत नाहीं. म्हणून या रोगाच्या साथीच्या दिवसांत पाणी प्रथम उकळवून, मग थंड करून व गाळून उपयोगांत आणावें. पाणी उकळविल्यानें हे जंतू मरतात.

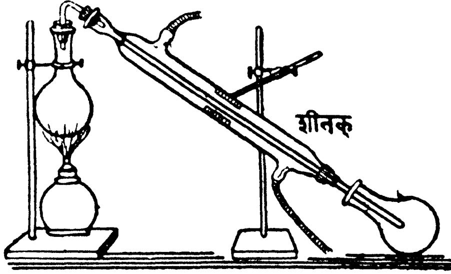
साथीच्या दिवसांत शहरांतील पाण्याच्या साठ्यांमध्यें क्लोरिन किंवा पोटॅशिअम् परमँगनेट हीं द्रव्यें टाकतात. त्यामुळेंही पाण्यांतील जंतू मरतात.

भागशः उर्ध्वपातन (Fractional Distillation).

अल्कोहॉल व पाणी एकमेकांत मिसळतात. ते किंवा तशा प्रकारचे एकमेकांत मिसळणारे द्रव, एकमेकापासून वेगळे करतांना प्रत्येकाच्या उत्कलन-बिंदूचा उपयोग करतात. प्रत्येक द्रवाचा एक विशिष्ट उत्कलनबिंदु असतो. उदाहरणार्थ पाण्याचा उत्कलनबिंदु समुद्रसपाटीवर १००° सें. व अल्कोहॉलचा ७८° सें. आहे; हें आपणास माहित आहेच. याचा उपयोग हे द्रव वेगळे करण्याकडे कसा होतो हें तुम्हांस पुढील प्रयोगावरून कळून येईल.

प्रयोग १७ वाः-अल्कोहॉल-पाणी यांच्या मिश्रणांतून पाणी व अल्कोहॉल वेगवेगळे करणें. (भागशः उर्ध्वपातन पद्धतीनें.) एका चंबूंत अल्कोहॉल व पाणी यांचें मिश्रण घ्या. तें

तिपाईवरील तारेच्या जाळीवर ठेवा. त्याला एक दोन भोकाचें बूच बसवून, एका भोकांत उष्णमापक व दुसऱ्यांत शीतकास जोडण्यासाठीं नळी बसवा. उष्णमापकाचा फुगा द्रवाच्या पृष्ठ-भागावर रहावा. (आ. १६ पहा, यांत फक्त उष्णमापक दाखविला नाहीं.) नळीचें तोंड शीतकास जोडल्यावर, त्याच्या टोंकास एक लहान चंबू जोडा व त्याला ओलें फडकें गुंडाळा. तें मिश्रण आतां अशा रीतीनें तापवा कीं उष्णमान ७८° सें. वरच राहील. त्याच्यावर जाणार नाहीं. १५ व्या प्रयोगांत सांगितल्याप्रमाणें चंबूंत आतां नुसता अल्कोहॉलच उतरेल. मिश्रणांतील बहुतेक सर्व अल्कोहॉल याप्रमाणें वाफरून चंबूंत जमा झाल्यावर, मिश्रणाचें उष्णमान एकदम पाण्याच्या उत्क-लन बिंदूपर्यंत चढवा, व शीतकाच्या टोकास दुसरा एक चंबू जोडा, व त्यावरही ओलें फडकें गुंडाळा. या उष्णमानावर फक्त पाण्याचीच वाफ होत असल्यानें मिश्रणांतील नुसतें पाणीच या उष्णमानावर चंबूंत जमेल.



आकृति १६.

या रीतीनें मिश्रणापासून वेगळा केलेल्या ॲल्कोहॉलमध्यें पाण्याचा थोडा तरी अंश असतोच; कारण ७८° सें. ला सुद्धां थोडीशी तरी पाण्याची वाफ शीतकामधून चंबूंत जातेच. एवढें मात्र खरें कीं, पाण्याचा $\frac{१}{१०}$ भाग मागें राहतो. अल्कोहॉलमध्यें मिसळलेला $\frac{१}{१०}$ पाण्याचा भाग त्यांत थोडा चुना मिसळून काढून टाकतां येतो. कारण तो फक्त पाणीच शोषून घेतो.

वेगवेगळया उत्कलन-बिंदूचे द्रव, एकमेकांत मिसळले असतां या रीतीनें वेगळे करतात. रॉकेल ‘ भागशः उर्ध्वपातन ’ पद्धतीनेंच शुद्ध करतात.

आणखी कांहीं द्रावकें

पाण्यांत जरी पुष्कळसे पदार्थ विरघळतात, तरी त्यांत कांहीं न विरघळणारेही पदार्थ आहेत; उदाहरणार्थ, लोखंड, गंधक, कापूर, आयोडीन् इ०. हे पदार्थ ज्यांत विरघळूं शकतात अशीं दुसरीं द्रावकें आहेत; उ. अल्कोहॉल, पेट्रोल, रॉकेल इ०. निरनिराळया प्रकारच्या झाडांचे चीक (Gums) स्पिरिट्मध्यें विरघळवितात, व पुष्कळ प्रकारचीं रोगणें तयार करतात. बेंझेन् व नॅप्थामध्यें 'इंडिया रबर' विरघळतें व याचा उपयोग मेणकापड तयार करण्याकडे करतात. हें तयार करतांना विरघळलेल्या रबराचा पातळ थर कापडावर देतात. बेंझेन् वाफरतें, व रबराचा थर कापडावर बसतो. बेंझेनमध्येंच रबर विरघळवून फूटबॉलची ब्लॅडर किंवा सायकलची ट्यूब नीट करण्यासाठीं विद्रव तयार करतात. कपड्यावर पडलेले ओंगणाचे डाग काढण्यासाठीं इथराचा उपयोग करतात. परंतु तें वापरतांना दिव्याची ज्योत जवळ आणतां कामा नये; कारण ईथर शीघ्रज्वालाग्राही आहे. पेट्रोल, पॅराफिन् किंवा टरपेंटाईनमध्यें पुष्कळ तेलें विरघळत असल्यामुळें चित्रकार तैलरंग तयार करण्यासाठीं सोयीप्रमाणें एकाचा (टरपेंटाइन) उपयोग करतो. कारण मग तो रंग सोयीप्रमाणें ब्रशानें लागेल तसा कागदावर फासतां येतो. यापुढें द्रव, त्यांत विरघळणारे पदार्थ व त्यांचा उपयोग हें कोष्टक-रूपानें दिलें आहे.

द्रव	विरघळणारे पदार्थ	त्याचा उपयोग
पाणी	मीठ, साखर इ०	विद्रव तयार करण्यासाठीं
स्पिरिट्	आयोडीन्, कापूर, लाख, कांहीं झाडांचा चीक	व्हार्निश तयार करण्यासाठीं
बेंझेन्	(१) रबर, (२) चरबी, (३) तेल	मेणकापड व रबराचें सोल्यूशन तयार करण्यासाठीं.

द्रव	विरघळणारे पदार्थ	त्याचा उपयोग
नॅप्था	रबर	मेणकापड व रबराचें सोल्यूशन तयार करण्यासाठीं.
कार्बन डाय-सल्फाइड	गंधक, फॉस्फरस, तेलें.	
टरपेंटाईन	राळ, तेलें	तैलरंग व निरनिराळ्या प्रकारचीं व्हार्निशें तयार करण्यासाठीं.
ईथर	तेलें	तेलाचे डाग काढण्यासाठीं.
पेट्रोल	,,	कापडावरील तेलाचे डाग काढण्यासाठीं.
ॅकिल	,,	,,

द्रवांचा विद्रव

जेव्हां एक द्रव दुसऱ्या द्रवांमध्यें विरघळतो, तेव्हां त्या द्रवाचा विद्रव तयार होतो. या ठिकाणीं विद्राव कोणता व द्रावक कोणता हें विशिष्ट परिस्थितीवरून ओळखावें लागतें. दूध व पाणी यांचा विद्रव आपण नेहमीं तयार करतों. जो द्रव परिमाणानें (Quantity) अधिक घेतला असेल त्यास द्रावक म्हणतात; व ज्याचें परिमाण कमी असेल त्यास विद्राव म्हणतात.

वायुरूप पदार्थांचा विद्रव

वायुरूप पदार्थ द्रवांत विरघळवून जें मिश्रण तयार होतें, त्याला त्या वायूचा विद्रव असें म्हणतात. आपण पाणी तापवूं लागलों म्हणजे तें उकळावयास लागण्यापूर्वी हवेचे लहान लहान बुडबुडे भांड्याच्या तळाला, त्याचप्रमाणें त्याच्या बाजूलाही, दिसूं लागतात; कारण पाण्यांत जी थोडी हवा विरलेली असते ती बुडबुड्याच्या रूपानें निघून जाते.

'सोडावॉटर'च्या बाटल्या उघडल्याबरोबर त्यातून एक वायू जोरानें बाहेर येऊं लागतो. सर्व वायू निघून गेल्यावर आपण तें पाणी पुन्हां तापवूं लागलों तर आणखी कांहीं वायू त्यांतून निघून जातांना दिसून येतो; यावरून कढत पाण्यापेक्षां थंड पाण्यांत वायू अधिक विद्राव्य आहेत असें आपणांस कळून येईल.

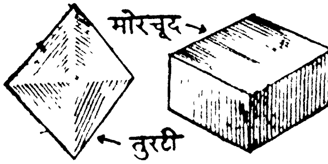
स्फटिकीभवन (Crystallisation)

आपण पूर्वी पाहिलें आहेच कीं पुष्कळ पदार्थ थंड द्रवापेक्षां उष्ण द्रवांत अधिक विरघळतात; म्हणून संपृक्त विद्रव सावकाश थंड होऊं दिला, तर त्यांत अधिक विरघळलेला विद्राव (Solute) द्रावकापासून वेगळा होतो. या विद्रावाचा कांहीं भाग हातांत घेऊन त्याकडे सूक्ष्मदर्शक भिंगांतून पाहिलें तर त्याचा प्रत्येक कण एकाच आकृतीचा व चकचकीत दिसतो; कणाची ही आकृति भूमितींत सांगितलेल्या आकृतींपैकीं एकाद्या आकृतीप्रमाणें असते. त्यांचा प्रत्येक पृष्ठभाग सपाट असून ते ज्या ठिकाणीं मिळतात तेथें रेखीव कडा असतात. पदार्थ जेव्हां स्फटिकांच्या आकारांत मिळतात तेव्हां ते शुद्ध स्वरूपांत असतात. मीठ, सोडा, तुरटी, मोरचूद इ० पदार्थ बनविण्याचे कारखाने स्फटिकीभवनाच्या तत्त्वावरच उभारलेले आहेत.

प्रयोग १८ वा:–स्फटिकीभवनाच्या पद्धतीनें मोरचूद व तुरटी यांच्या पुडीपासून त्यांचे स्फटिक वेगवेगळे करणें.

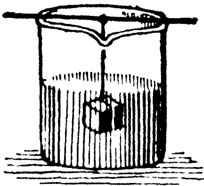
सुमारें ५० ग्रॅम् मोरचुदाचे खडे व ६० ग्रॅम् तुरटी घेऊन त्यांची खलबत्त्यांत घालून वेगवेगळी चांगली पूड करा. दोन पंचपात्रांत सुमारें ४० घ. सें. पाणी घेऊन त्यांत तयार केलेल्या पुडी टाकून त्यांचे विद्रव बनवा. सर्व पुडी थंड पाण्यांत एकदम विरघळणार नाहींत, म्हणून ते विद्रव तापवा. ८०°।९०° सें. पर्यंत

तापविल्यावर सर्व पूड त्यांत विद्रुत झाली कां नाहीं तें पहा. झाली असेल तर त्यांत आणखी थोडी पूड घालून या उष्णमानावर त्यांचे संपृक्त विद्रव बनवा. विद्रव तापत असतां काचेच्या दांड्यानें तो चांगला ढवळा, म्हणजे पूड विरघळण्यास चांगली मदत होईल. हे तापलेले विद्रव उच्च उष्णमानावर गळणीच्या कागदामधून वेगवेगळे उथळ बशींत चांगले गाळून घ्या. बशांवर झांकणें ठेवून त्या एकीकडे ठेवून द्या. दुसऱ्या दिवशीं बशीचीं झांकणें काढून विद्रवांच्या तळाशीं काय दिसतें तें पहा. मोरचुदाचे निळे खडे व तुरटीचे रंगहीन खडे तुम्हांस चटकन ओळखूं येतील. प्रत्येक विद्रवांतून चांगला बनलेला असा एकेक स्फटिक निवडून घ्या. त्यास रेशमी धाग्यानें बांधून वेगवेगळ्या काचेच्या पंचपात्रांत लोंबत ठेवा. (आ. १८ पहा.)



आकृति १७.

प्रत्येकांत त्याचा संपृक्त विद्रव ओता व त्यांत हे खडे बुडाले आहेत कां नाहीं, तें नीट पहा. हीं पंचपात्रें एकीकडे सुरक्षित ठेवून रेशमाच्या धाग्यानें बांधून ठेवलेल्या स्फटिकाची वाढ, दररोज, होते कां नाहीं तें पहा. ५।६ दिवसानी तुम्हाला तो मोठा व पूर्णपणें नियमित आकृतीचा असा स्फटिक बनलेला आढळून येईल.


स्फटिक मोठा कसा करावा

आकृति १८.

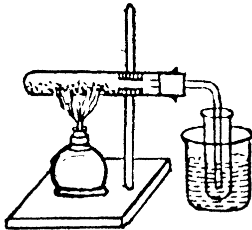
स्फटिक:—याप्रमाणें चांगले बनलेले स्फटिक जर काळजीपूर्वक तपासले, तर मोरचुदाचे स्फटिक एकाच आकृतीचे व तुरटीचे सर्व स्फटिक एकाच आकृतीचें असल्याचें दिसून येतें. तुरटीचे स्फटिक अष्टपैलू व मोरचुदाचे चौटोंकी तिरकस ठोकळ्यासारखे असतात; म्हणजे त्यांना सहा चौकोनी पाठी असतात; पण एकही कोन

काटकोन नसतो. इतक्या रेखीव आकृतीचे मोरचुदाचे स्फटिक सहसा मिळत नाहींत. सामान्यतः अधिक पाठीचे (आ. १७ पहा) स्फटिक मिळतात.

मीठ, तुरटी व मोरचूद यांचें मिश्रण करून त्याचा पाण्यांत उच्च उष्णमानावर संपृक्त विद्रव तयार करावा, व तो उष्ण असतांच काळजीपूर्वक गाळून सावकाश थंड होऊं द्यावा. असें केलें असतां त्यांतही प्रत्येकाचे वेगवेगळे स्फटिक बनत असल्याचें दिसून येतें. आपण जर ते निवडून वेगवेगळे काढले तर मिश्रण एतेंच वेगवेगळें होतें.

स्फटिक-जल

प्रयोग १९ वा–एका नळींत थोडे मोरचुदाचे स्फटिक घ्या व दिव्याच्या ज्योतीवर तापवा. नळीच्या बाजूला पाण्याचे बिंदु जमलेले दिसतात कीं काय? तिला जोडलेल्या नळींतून तें पाणी दुसऱ्या लहान नळींत जमा होईल. मोरचुदाच्या खड्यांकडे लक्षपूर्वक पहा. त्यांत काय फरक दिसून येतो? नळी थंड झाल्यावर तींत थोडेसें पाणी घाला. कांहीं तासानंतर त्यांत काय फरक दिसतो?



आकृति १९

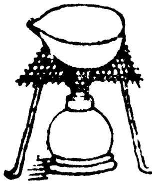
प्रयोगांत दाखविल्याप्रमाणें मोरचुदाचा स्फटिक नळींत घालून तापविला तर, तिच्या वरच्या बाजूस पाण्याचे थेंब बनलेले दिसतात. याच पाण्याला '**स्फटिक-जल**' असें म्हणतात. तापविलेला मोरचुदाचा खडा पांढुरक्या रंगाचा बनतो, व त्याची स्फटिकाकृतीही नाहींशी होऊं लागते. हें पाणी त्यांतूनच बाहेर पडतें. पुन्हां पाण्याचे कांहीं थेंब टाकल्याबरोबर तो खडा पूर्ववत् बनतो. तुरटी तापविल्यावर त्यांतून स्फटिकजल उडून जातें, व जी पूड खालीं शिल्लक राहते तिला '**तुरटीची लाही**' असें म्हणतात. मीठ, पोटॅशिअम् क्लोरेट किंवा नैट्रेट यांमध्यें स्फटिक-जल नसतें, म्हणून मोरचुदाप्रमाणें किंवा तुरटीप्रमाणें त्यांच्यावर उष्णतेचा परिणाम होत नाहीं. यावरून सर्वच स्फटिकांमध्यें

स्फटिक-जल असतेंच असें नाहीं. अशांना जलहीन (Unhydrous) स्फटिक असें म्हणतात.

उघड्या बाटलींत ठेवलेल्या मोरचुदाच्या स्फटिकावर पांढुरक्या रंगाच्या पुडीचें आवरण बसलेलें दिसतें. अशा प्रकारचा एखादा स्फटिक पाण्यानें ओला केल्याबरोबर पुन्हां निळया रंगाचा होतो. यावरून हवेवर उघडें ठेवल्यानें मोरचुदांतील स्फटिक-जल निघून जातें. त्याचप्रमाणें खडीसाखरसुद्धां हवेवर उघडी ठेवली तर तिच्यावर पिष्ठमय आवरण बसतें. अशा पदार्थांना **फुलणारे** (efflorscent) पदार्थ असें म्हणतात.

आतां आपण स्फटिकाकृति पदार्थांचे स्फटिक, त्यांचा उष्ण संपृक्त विद्रव सावकाश थंड करून बनविले. दुसऱ्या कांहीं पदार्थांचे स्फटिक, ते पदार्थ उष्णतेनें वितळवून त्यांचा द्रव हळुंहळूं थंड होऊं दिला म्हणजे मिळतात.

प्रयोग २० वा:-एका चिनी मातीच्या बशींत गंधकाची पूड घ्या. ती तिपाईवरील तारेच्या जाळीवर ठेवून तिच्यांतील गंधक वितळवा. दिवा बाजूस काढून घेऊन त्यास सावकाश थंड होऊं द्या. वितळलेल्या गंधकाच्या पृष्ठभागीं पापुद्रा बनल्यावर, त्यांत एक दोन ठिकाणीं भोकें पाडून आंतील द्रव थंड पाण्यांत ओता. बशी थंड झाल्यावर बाकीचा पापुद्रा फोडून, आंतील राहिलेल्या गंधकाकडे काळजीपूर्वक पहा. तेथें तुम्हाला कोणत्या आकृतीचे स्फटिक दिसतात ? पाण्यांत ओतलेलें गंधक वर काढून पहा. तें स्फटिकाकृति दिसते काय ?



आकृति २०.

आपल्या पृथ्वीवरसुद्धां आरंभीं सर्व द्रव्यें-खडकसुद्धां-द्रवरूप अवस्थेमध्यें होतीं. जेव्हां तीं हळुहळूं थंड होऊं लागलीं तेव्हां हीं द्रवरूप द्रव्यें स्फटिकांत रूपांतर पावून ठिकठिकाणीं ग्रॅनाइटचे खडक बनले. हिरा, गार वगैरे सारखे पदार्थही पृथ्वीच्या उदरांत सांपडतात. भूगर्भांत

असतांना ग्रॅनाइटप्रमाणेंच या पदार्थांचे द्रव हळुहळूं थंड होऊन हे स्फटिकरूपांत तयार झाले असले पाहिजेत. पृथ्वी फार सावकाश थंड होत गेल्यानें ठिकठिकाणीं मोठाले खडक बनले आहेत.

स्फटिकाच्या रचनेच्या ज्ञानाची इंजिनिअरासही जरूरी असते. पोकळ नळ्या तयार करण्यासाठीं किंवा इतर कांहीं कामासाठीं, लोखंडा-सारख्या धातूचा रस करून, त्या ओताव्या लागतात. या क्रियेंत त्यास सावकाश थंड करावें लागतें, व असें होतांना त्या धातूचे कण स्फटिकाकृति बनतात. ह्या गोष्टीकडे लक्ष्य न दिल्यानें गतकाळीं पुष्कळ अपघात घडून आले आहेत. लोखंडाच्या कोरीव वाकणाऱ्या ओतलेल्या नळ्या सहज मोडतात, व मोडलेल्या पृष्ठभागाची काळजीपूर्वक तपासणी केली तेव्हां असें आढळून आलें कीं, बाह्य पृष्ठभागास त्याचे स्फटिक लंब रेषेंत राहिले, तर ओतकाम फार बळकट होतें. म्हणून सध्यां सरळ वांकणें न करतां नळयांना गोल वांकणें करूं लागले आहेत. रेलवेचे इंजिनिअर्स डब्याच्या चाकांचे कणे वारंवार बदलतात. कारण त्याच्या वारंवार होणाऱ्या स्पंदनामुळें धातूचें स्फटिकीभवन होण्यास मदत होते. त्यामुळें कणा तुटण्याची भीति असते.

संप्लवन (Sublimation).

प्रयोग २१ वाः–कापूर किंवा आयोडिन् एका नळींत घेऊन तापवा. उष्णतेनें ते इतर पदार्थांप्रमाणें वितळतात काय ? नळींतून त्यांची वाफ बाहेर जातांना तुम्हांस दिसेल. नळी थंड झाल्यावर तिची आंतील वरच्या आंगची बाजू काळजीपूर्वक पहा. तुम्हांस त्या ठिकाणीं काय दिसतें ?

उष्णतेमुळें बहुतेक स्थाणुरूप पदार्थ प्रथम वितळतात; नंतर तो द्रव उकळला म्हणजे मग वायुरूप बनतात. कापूर व आयोडिन्-सारखे पदार्थ याला अपवाद आहेत. तापवले म्हणजे ते एकदम वायुरूप होतात; व थंड होतांना त्यांस एकदम स्थाणुरूप प्राप्त होतें. अशा प्रकारच्या पदार्थांच्या होणाऱ्या रूपांतरास **संप्लवन** असें म्हणतात.

———

या प्रकरणांत आलेल्या महत्वाच्या गोष्टींचा सारांश

(१) अशुद्ध पदार्थ शुद्ध करण्यासाठीं प्रथम त्याचा विद्रव बनतो कीं काय हें पहावें.

(२) चांगला विद्रव बनविण्यास पुढील क्रियांची मदत होते:-(१) ढवळणें (२) विद्रावाची पूड करणें (३) विद्रव तापविणें.

(३) विद्राव (मीठ) शुद्ध करून घेणें असल्यास, त्याचा विद्रव प्रथम गाळून घ्यावा. नंतर तो उकळवून द्रावकास पूर्णपणें वाफरूं द्यावें.

(४) एका विशिष्ट उष्णमानाला, विद्रावाचा ज्यास्तींत ज्यास्ती होईल तितका भाग विद्रुत झाला म्हणजे त्या विद्रवाला त्या विशिष्ट उष्णमानाचा संपृक्त विद्रव असें म्हणतात.

(५) १०० ग्रॅम पाण्यामध्यें दिलेल्या उष्णमानावर संपृक्त विद्रव तयार करण्यास जितक्या वजनाचा पदार्थ घ्यावा लागतो, त्या वजनास त्या पदार्थाची त्या विशिष्ट उष्णमानाची विद्रुति असें म्हणतात.

(६) बहुधा पदार्थाची विद्रुति उष्णमानाबरोबर वाढते.

(७) उच्च उष्णमानावर संपृक्त विद्रव तयार करून, त्यास सावकाश थंड होऊं दिल्यास विद्राव स्फटिक रूपानें बाहेर पडतो.

(८) विद्रवांतील द्रव उर्ध्वपातनानें शुद्ध करून घेतां येतो.

(९) पिण्याचें पाणी शुद्ध करून घ्यावयाचें झाल्यास, किंवा जंतूविरहित करून घ्यावयाचें झाल्यास, तें उकळून घ्यावें.

(१०) भागशः उर्ध्वपातनानें, एकमेकांत मिसळणारे द्रव वेगळे करतां येतात. मात्र त्यांचे उत्कलन-बिंदु वेगवेगळे असले पाहिजेत.

(११) वायुरूप पदार्थसुद्धां द्रवामध्यें विद्रुत होतात, व त्याचे विद्रव बनतात.

(१२) स्पिरिट्, बेंझेन्, टरपेंटाईन, इ० दुसरीं पुष्कळ द्रावकें आहेत, व त्यामध्यें रबर, चरबी, तेलें, राळ इ. पदार्थ विद्रुत होतात.

(१३) वायुरूप पदार्थांची विद्रुति उष्णमानाबरोबर कमी होते.

(१४) संपृक्त विद्रव सावकाश थंड केल्यानें, किंवा त्यास आपोआप वाफरू दिल्यानें, त्यामधून तो पदार्थ स्फटिकरूपानें बाहेर पडतो.

(१५) एकाच पदार्थाचे स्फटिक सारख्या आकृतीचे असून, त्याच्या बाजू सपाट असतात व कोन रेखीव असतात.

(१६) कांहीं अविद्राव्य पदार्थांचे स्फटिक, ते वितळवून सावकाश थंड होतांना बनतात व या रीतीला (Fusion) असें म्हणतात.

(१७) हवेंत उघडे ठेविले असतां ज्या पदार्थांना पाणी सुटतें त्यांस पाझरणारे पदार्थ असें म्हणतात.

(१८) स्थाणुरूपांतून एकदम वायुरूपांत होणाऱ्या स्थित्यंतरास संप्लवन असें म्हणतात.

प्रश्न

(१) खालील शब्दांचे उदाहरणें देऊन अर्थ अधिक स्पष्ट करा. (१) विद्रव, (२) द्रावक, (३) विद्राव, (४) संपृक्त-विद्रव, (५) विद्रुति.

(२) विद्रवास सौम्य किंवा तीव्र केव्हां म्हणावें ? दिलेला सौम्य विद्रव अधिक तीव्र करावयाचा झाल्यास तुम्ही काय कराल ?

(३) दिलेल्या पाण्यांत एकादा पदार्थ विद्रुत झाला आहे की नाहीं तें तुम्हीं कसें ठरवाल ?

(४) सामान्य द्रावक कोणता ? त्याखेरीज दुसरें कोणतें द्रावक तुम्हांस माहित आहेत काय ? त्यांचा उपयोग कोठें व केव्हां करतात ?

(५) व्हार्निशचे रंग कोणत्या द्रावकामध्यें तयार करतात ?

(६) 'गाळण्याची क्रिया' व 'ओतण्याची क्रिया' म्हणजे काय ? त्यांचा उपयोग केव्हां करतात ?

(७) ऊर्ध्वपातन म्हणजे काय ? या पद्धतीचा उपयोग तुम्हीं कोठें कराल ?

(८) तुम्ही भर समुद्रांत प्रवास करीत असतांना, तुमच्या जवळचा पाण्याचा सांठा संपला, तर शुद्ध पिण्याजोगें पाणी मिळविण्यास तुम्ही काय कराल ?

(९) तुमच्या गांवांत पावसाळ्यांत नदीला गढूळ पाणी आलें आहे; तर तें तुम्ही शुद्ध करून कसें घ्याल ?

(१०) मिठाच्या पोत्यांत वाळूचे पुष्कळ खडे मिसळले आहेत; तर ते तुम्ही त्यांतून वेगळे कसे कराल ?

(११) भागशः उर्ध्वपातन म्हणजे काय ? त्याचा उपयोग कोठें व कसा होतो ?

(१२) स्फटिक म्हणजे काय ? स्फटिकीभवन तुम्ही कसें करूं शकाल ?

(१३) वाळू, मोरचुद व तुरटी यांचें मिश्रण पाण्यांत टाकलें आहे; तर त्यांपासून वाळू, तुरटी, मोरचुद व शुद्ध पाणी तुम्हांस कसें मिळवितां येईल ?

उः—पुढील गोष्टीवरून या प्रश्नाचें समर्पक उत्तर कसें द्यावें हें तुम्हांस कळेल ?

मिश्रण
| तापवून तापविलेला
| विद्रव गाळला तेव्हां

वाळू — अविद्राव्य (तळाशीं राहील)

स्वच्छ गाळलेला तुरटी व मोरचुदाचा विद्रव

उर्ध्वपातित जल — शिल्लक राहिलेला विद्रव.

|भागशः स्फटिकी-
|भवन केलें असतां

मोरचूद व तुरटी यांचे वेगळे स्फटिक.

(१४) स्फटिक जल म्हणजे काय? 'पाझरणारे पदार्थ' कोणत्या पदार्थांस म्हणावें?

(१५) स्फटिकाकृतींत पाहिलेल्या कोणत्याही पांच पदार्थांचीं नांवें सांगून त्यांच्या स्फटिकाकृतींचें वर्णन करा. (१९२३)

उ०:- (१) तुरटीः- त्याचा संपृक्त विद्रव वाफरल्यानें त्याचा अष्टकोनी स्फटिक मिळतो.

(२) मीठः-मिठाचा संपृक्त विद्रव वाफरल्यानें त्याचे घनाकृति स्फटिक मिळतात.

(३) गंधकः-कार्बन-डाय-सल्फाइडमध्यें केलेला गंधकाचा विद्रव वाफरूं देऊन त्याचे 'ऱ्हॉंबिक्' स्फटिक मिळतात.

(४) वॉशिंग सोडाः-त्याचा संपृक्त विद्रव वाफरूं देऊन 'मॉनोक्लिनिक' आकृतीचे स्फटिक मिळतात.

(५) मोरचुद-त्याचा संपृक्त विद्रव वाफरूं देऊन 'ट्रायक्लिनिक' आकृतीचे स्फटिक मिळतात.

(१६) एका मुलाच्या खिशांत तुरटी आणि मीठ याच्या पुडीचे दोन वेगळे पुडे होते. आगगाडींतून उतरतांना तो खालीं

पडला. त्यामुळें तुरटी आणि मीठ एकमेकांत मिसळलें. तर तो मुलगा ते पदार्थ वेगळे कसें करूं शकेल?

(१७) पृथ्वीच्या पुष्कळ भागावर मोठाले खडक बनलेले दिसतात; त्यावरून तुम्ही काय अनुमानें काढतां?

(१८) धातूच्या स्फटिकाकृति समजण्याचा इंजिनिअरास काय उपयोग होतो?

———

प्रकरण ५ वें

मौलें, मिश्रण, संयुग, नियमित प्रमाणाचा नियम इ.

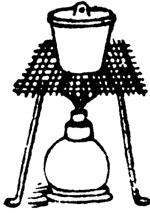
मौलें व संयुग

प्राचीन लोकांचा असा समज होता कीं, पृथ्वी, पाणी, अग्नि व हवा ह्या चारांपैकीं दोन किंवा अधिक पदार्थांच्या संयोगानें जगांतील यच्चावत् पदार्थ बनले असावेत. सांप्रत ही कल्पना पूर्णपणें चुकलेली असल्याचें आढळून आलें आहे. अलीकडच्या रसायन-शास्त्रज्ञांनीं पुष्कळ पद्धतशीर प्रयोग करून, जवळ जवळ १०० पदार्थ असे शोधून काढले आहेत कीं, त्यांपासून मात्र अधिक साधे पदार्थ मिळूं शकत नाहींत; उ० लोखंड, तांबें, चांदी, सोनें, इ०. या पदार्थांपासून कोणत्याही प्रकारच्या—रासायनिक, वैद्युत्—कार्यानें त्याव्यतिरिक्त दुसरा नवीन अधिक साधा पदार्थ मिळत नाहीं, अगर तो अमुक दोन पदार्थ मिळून तयार झाला आहे, असें दाखवितां येत नाहीं. अशा प्रकारच्या पदार्थांस '**मौल**' अशी संज्ञा आहे. या मौलांपैकीं दोन अथवा अधिक मौलांचा परस्पर संयोग होऊन त्यापासून भिन्न गुणधर्मांचे पदार्थ मिळतात; त्यांस **संयुग** (Compound) असें म्हणतात. मीठ हा पदार्थ आपल्या नेहमींच्या परिचयाचा आहे; व त्याचे गुणधर्मही आपणांस चांगले माहित आहेत. परंतु तो ज्या मौलापासून बनला आहे त्याचे गुणधर्म किती निराळे आहेत पहा! सोडियम् ही धातू मऊ असून चाकूनें कापतां येते; पाण्याच्या पृष्ठभागावर ठेवल्याबरोबर ती नाचूं लागते. क्लोरिन् हा तर वायु असून अत्यंत विषारी आहे. या विषारी वायूचा उपयोग गेल्या महायुद्धांत किंवा आजच्या ॲबिसिनिअन युद्धांत केल्याचें तुम्हीं कदाचित् वाचलें असेल. या दोन मौलांच्या संयोगानें मीठ बनलें आहे.

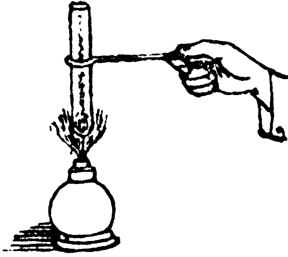
प्रयोग २२ वा:—चिनी मातीच्या मुशींत थोडीशी साखर घ्या. त्यांत दुसरा कांहीं पदार्थ मिसळला आहे कीं काय, तें पहा. वरून दिसायला ती साधा शुद्ध असा पदार्थ दिसत नाहीं काय? बाह्य

स्वरूपावरून त्याच्यापासून दुसरा एकादा नवीन गुणधर्मांचा पदार्थ मिळेल असें तुम्हास वाटतें काय ?

ही मूस तिपाईवरील तारेच्या जाळीवर ठेवून त्यावर तिचें झाकण ठेवा; व स्पिरिटच्या दिव्यानें ती तापवा. थोडीशी साखर वितळेल. परंतु तळच्या थरास काळसर रंग येईल; शिवाय पाण्याचे लहान थेंब झांकणावर जमलेले दिसतील कांहीं वेळानें कोळशासारखा काळा पदार्थ बशीच्या तळाशीं राहिलेला दिसून येईल. तेव्हां साखर तापविल्यानें कोळसा व पाणी आपणास मिळालें नाहीं काय ?


आकृति २०.

प्रयोग २३ वा–थोडासा मर्क्यूरी ऑक्साइड नळींत घ्या व तो दिव्याच्या अगर गॅसच्या ज्योतीवर खूप तापवा. त्याच्या रंगांत कसा फरक पडूं लागतो तो काळजीपूर्वक पहा. नळीच्या वरच्या बाजूस चकचकीत पांढऱ्या द्रवाचे कण दिसतात काय ? आतां एक जळती काडी नळीच्या तोंडाशीं धरा. पहा तिच्या ज्योतींत काय फरक पडतो तो !


आकृति २२.

उष्णतेमुळें मर्क्यूरी ऑक्साइडचें विघटन होऊन त्यापासून ज्वलनास मदत करणारा वायु निघाला. त्यांत काडीचें ज्वलन अधिक सुकरतेनें होऊं लागलें. नळीच्या वरच्या बाजूस जमलेला द्रव म्हणजे पारा होय.

प्रयोग २४ वा–दुसऱ्या एका नळींत लेड् नैट्रेट तापवा; तो तापतांना प्रथम तड् तड् असा आवाज होईल; आणि पिंगट

तांबूस रंगाचा एक वायु त्यांतून निघूं लागेल. नैट्रेट पूर्णपणें वितळला तरी वायू निघण्याची क्रिया सुरू राहीलच. शेवटीं पिवळी पूड शिलक राहिलेली दिसून येईल.

उष्णतेमुळें मर्क्यूरी ऑक्साइडप्रमाणें लेड्नैट्रेटचेंही विघटन होतें; व त्यापासून भिन्न गुणधर्मांचे दोन वेगळे पदार्थ निघतात. नळींत मागे राहणारा पिवळ्या रंगाचा पदार्थ लेड-ऑक्साइड असून तांबूस पिंगट रंगाच्या वायूस नैट्रिक-ऑक्साइड असें म्हणतात. या दोन्ही नव्या पदार्थांचे गुणधर्म व प्रयोगासाठीं प्रथम घेतलेल्या पदार्थांचे गुणधर्म यांत किती अंतर आहे ते पहा. अशा प्रकारचीं कार्यें नेहमींच्या व्यवहारांत किती तरी घडून येतात. आपलें त्यांकडे लक्ष्य जात नाहीं येवढेंच! उ॰ मेणबत्ती किंवा तेल जळतें तेव्हां त्यांचा नाश झाल्यासारखें दिसतें; परंतु मागें सांगितलेल्या द्रव्याच्या अविनाशित्वाच्या सिद्धांताप्रमाणें त्यांचा नाश होत नाहीं; फक्त त्यांचा हवेंतील घटकाशीं संयोग होतो. लोखंडी सामान बाहेर दमट हवेंत ठेविलें तर त्याचा चकचकीत रंग हळुहळूं नाहींसा होऊन, तांबुस रंगाचीं पुटें त्यांवर बसलेलीं दिसून येतात, व तीं खरवडून गोळा केलीं तर लोखंडांत व या तांबड्या पुडींत कोणतेंही साम्य आढळत नाहीं. या पुडीस लोखंडाचा गंज असें म्हणतात.

साखर, पोटॅशिअम् नैट्रेट किंवा मर्क्युरी ऑक्साइड इ॰ पदार्थ मौलें नव्हत, हें वरील विवेचनावरून कळून येईलच. त्यांच्यापासून भिन्न गुणधर्मांचे पदार्थ, आपणांस मिळूं शकतात; किंवा लोखंडासारख्या मौलाचा दमट हवेशीं संबंध आल्याबरोबर, तिच्या घटकाचा लोखंडाशीं संयोग होऊन, तांबड्या पुडीसारखा एक नवीन गुणधर्मांचा पदार्थ मिळतो; यावरून दोन अथवा अधिक पदार्थांचें परस्परावर कार्य होऊन, अगर दुसऱ्या एखाद्या पदार्थापासून तापविण्यासारख्या क्रियेनें, अगर नुसत्या हवेच्या सान्निध्यानें, भिन्न गुणधर्मीय पदार्थ मिळूं शकतात; अशा पदार्थांस **संयुग** म्हणतात.

सृष्टींतील बहुतेक सर्व पदार्थ संयुगाचें स्वरूपांतच आढळून येतात, असें म्हणावयास हरकत नाहीं. सोन्यासारखीं कांहीं मौलें वगळल्यास बाकीचीं बहुतेक सर्व मौलें असंयुक्त स्थितींतच सांपडतात.

त्यांचें वर दाखविल्याप्रमाणें विघटन व परीक्षण करून सर्व मौलांचा शोध शास्त्रज्ञांनीं लाविला आहे.

या मौलांच्या सामान्य गुणधर्मांचें परीक्षण करून सोयीसाठीं त्याचे दोन विभाग कल्पिले आहेत; कांहीं मौलांचे गुणधर्म–जडपणा, चकाकी, विद्युत् व उष्णता यांचे शीघ्रवाहक असणें इ०– ज्यास आपण धातू म्हणतों, त्यांच्या गुणधर्मांप्रमाणेंच असतात; म्हणून त्यांस धातु-वर्गामध्यें घालतात. परंतु या वर्गामध्यें कांहीं गुणाबाबत अपवाद असणारे धातू–पारा जस्त–आहेत. ज्या मौलांचे कांहीं गुणधर्म धातूच्या गुणधर्मांप्रमाणें नाहींत त्यांचा वेगळा वर्ग कल्पिला आहे; म्हणून द्रव्याचें वर्गीकरण खालीलप्रमाणें करावें:––

सृष्टींतील यच्चावत् द्रव्य

मौलें संयुग मिश्रण

धातुवर्ग अधातुवर्ग

धातु वर्ग	अधातु वर्ग
(१) धातूंना विशेष प्रकारची चकाकी व नाद असतो.	(१) अधातु वर्गांत ही चकाकी किंवा नाद नसतो. **अपवाद–हिरा व ग्रॅफाइट यांना चकाकी असते.**
(२) धातू सामान्यतः नेहमींच्या उष्णमानावर स्थाणुरूप असतात. **अपवाद–पारा नेहमीच्या उष्ण-मानावर द्रवरूप असतो.**	(२) अधातू वर्गांतील मौलें तिन्हीही अवस्थांत आढळून येतात.
(३) धातु वर्गाचें वि. गु. १ पेक्षा अधिक असते. (**अपवाद सोडियम**)	(३) अधातू वर्गाचें विशिष्ट गुरुत्व १ पेक्षां कमी असतें.

(४) धातू बहुतेक पारदर्शक नसतात.

(५) धातू प्रसरणशील व घनवर्ध-नीय (पत्रे काढण्या जोग्या व ज्याच्या तारा ओढतां येतील अशा) आहेत.

अपवाद–जस्त अतीशय ठिसूळ आहे.

(६) धातू उष्णतेचे व विद्युत्‌चे शीघ्रवाहक आहेत.

(७) धातूपासून (भास्मिक) (Basic) ऑक्साइडें तयार होतात.

(८) संयुगाचें विद्युत् प्रवाहानें विघटन केलें तर त्यांतील धातूचा भाग कॅथोड (धन-टोक) जवळ वेगळा होतो.

(९) पुष्कळ धातू आम्लामध्यें विरघळतात.

(४) पुष्कळ अधातु–विशेषतः वायुरूप-पारदर्शक असतात.

(५) अधातू प्रसरणशील किंवा घनवर्धनीय नाहींत.

(६) अधातू उष्णतेचें व विद्युत्‌चे शीघ्रवाहक नाहींत.

(७) अधातूपासून आम्लिक (Acidic) ऑक्साइडे तयार होतात. [**अपवाद पाणी**]

(८) संयुगाचे विद्युत्प्रवाहानें विघटन केल्यास त्यातील अधातूचा भाग ॲनोड (ऋणटोक) जवळ वेगळा होतो.

(९) सामान्यतः अधातू आम्लांत विरघळत नाहींत.

मिश्रणें

प्रयोग २५ वा.:–मीठ व वाळू यांच्या मिश्रणापासून मीठ वेगळें करणें.

पांढरें मीठ घेऊन त्यांत बारीक वाळू मिसळा. मिसळल्या-वर मिश्रणाच्या कणांकडे जरा काळजीपूर्वक पहा. वाळूचे व मिठाचे कण वेगवेगळे दिसतात कीं नाहीं ? त्यांपैकीं थोडीशी चिमुट जिभेवर टाका. चवीवरून मीठ, व चावतांना दांताला



आकृति २३.

लागणाऱ्या वाळूच्या खड्यावरून दोहोंचेंही अस्तित्व तुम्हास कळून येईल. हें मिश्रण पाण्यांत टाका. पहा. मीठ पाण्यांत विरघळतें व वाळू तळाशीं बसते. आकृतींत (आ. २३) दाखविल्या गाळण्याच्या क्रियेनें मिश्रणाचे घटक वेगळे करा.

प्रयोग २६ वा–लोखंड व गंधक यांच्या मिश्रणापासून ते दोन्हीही वेगवेगळे करणें.

लोखंडाचा कीस व गंधकाची पूड यांचें वाटेल त्या प्रमाणांत मिश्रण बनवा. मिश्रणाकडे लक्ष्यपूर्वक पहा. तुम्हांला गंधकाचे पिवळे कण व लोखंडाचे काळे कण जवळ जवळ पडलेले दिसतील. त्यापैकीं थोडीशी पूड कागदावर पसरा व तिच्या जवळ लोहचुंबक आणा. पहा लोखंडाचे कण भराभर त्याला चिकटतात कीं नाहीं?



आकृति २३.

आणखीथोडीशी पूड नळींत घ्या व त्यांत थोडेसें हैड्रोक्लोरिकाम्ल ओता. त्यांत सर्वच मिश्रण विरघळतें, कां कांहीं भाग? आणखी थोडीशी पूड दुसऱ्या नळींत घेऊन त्यांत कार्बन-डाय-सल्फाइड ओता.



दुहेरी बुच पहा

आकृति २४.

[टीप–कार्बन डाय सल्फाइड ज्वालाग्रही व वाफरशील असल्यामुळें त्याच्या बाटलीजवळ

दिव्याची ज्योत न येईल अशी खबरदारी घ्या त्याच्या बाटलीला नेहमी दुहेरी बूच असतें.] **त्यांतही सर्व मिश्रण विरघळतें कां कांहीं भाग ? न विरघळणाऱ्या भागाजवळ लोहचुंबक आणा. या भागावर त्याचें काय कार्य होतें ?**

मीठ व रेती यांचे कण जरी एकमेकांत मिसळलेले असले तरी त्यांचा एकजीव झालेला नसतो. प्रत्येक कणाची वेगवेगळी चव जिभेला कळून येते; व त्यांच्या पाण्यांत विद्रुत होण्याच्या गुणधर्मामध्येंही बदल झालेला नसतो. दुसरें उदाहरण, लोखंड व गंधक यांच्या मिश्रणाचें; जरा बारीक नजरेनें पाहिलें तर दोहोंचेही कण वेगवेगळे दिसून येतात. लोहचुंबकाचें कार्य मिश्रणापैकीं फक्त लोखंडावरच होत असल्याचें दिसून येतें. गंधकाचा भाग कार्बन–डाय–सल्फाइडमध्यें व लोखंडाचा भाग सल्फ्युरिकाम्लामध्यें विरघळलेला दिसून येतो. यावरून जरी हे कण एकमेकांत मिसळलेले असले तरी ते पहिल्या मिश्रणाप्रमाणेंच एकजीव झालेले नसतात, असें दिसून येतें. मिश्रणांमधील घटकांचे कायिक गुणधर्म–रंग, दार्ढ्य, विद्रुति, उत्कलनबिंदु, आकर्षण इ०– बदलत नाहींत. शिवाय मिश्रणांमध्यें त्याचे घटक वाटेल त्या प्रमाणांत असले तरी चालतात.

बंदुकीची दारू–बंदुकीची दारू ही सोरा (पोटॅशिअम् नैट्रेट), गंधक व कोळशाची पूड यांचें मिश्रण एका ठराविक प्रमाणात करून बनवितात. या मिश्रणाचे घटक वेगवेगळे करावयाचे झाल्यास, तें एका पंचपात्रांत घेऊन त्यांत पाणी मिसळावें. सोरा पाण्यांत विरघळतो. हा विद्रव गळणीच्या कागदामधून गाळून घ्यावा. म्हणजे फक्त सोऱ्याचाच विद्रव खालीं पंचपात्रांत पडेल व कोळसा व गंधक यांचें मिश्रण गळणीच्या कागदावर राहील; कारण ते दोन्ही पाण्यांत अविद्राव्य आहेत. या मिश्रणावर थोडें कार्बन-डाय-सल्फाइड ओतलें म्हणजे गंधक तेवढें त्यात विरघळेल व कोळसा मागें राहील. या रीतीनें मिश्रणांतील हे तिन्हीही घटक वेगवेगळे करतां येतात; कारण ते वेगवेगळ्या द्रवांत विद्रुत होतात.

मिश्रणांतील सर्व घटक एकाच द्रवांत विरघळत असतील तर मात्र ही रीत उपयोगी पडणार नाहीं. उदाहरणार्थ, कापूर व आयोडिन्

स्पिरिटमध्यें विद्राव्य आहेत. तेव्हां त्यांचें मिश्रण या पद्धतीनें वेगळें करतां येणार नाहीं. हे घटक वेगळे करण्यासाठीं स्फटिकीभवन पद्धतीचा उपयोग करावा लागतो.

वर जीं मिश्रणाचीं उदाहरणें दिलीं आहेत, त्यांवरून कळून येईल कीं, त्याचे घटक वेगळे करण्यासाठीं त्या प्रत्येकाच्या कायिक गुण-धर्मांच्या ज्ञानाचा उपयोग होतो. कारण त्यांचे कायिक गुणधर्म, त्यांच्या मिश्रणामध्येंसुद्धां बदलत नाहींत. या शास्त्राचा जसजसा तुम्ही अधिक अभ्यास कराल तसतसें तुम्हांस कळून येईल कीं औद्योगिक कारखान्यांत मिश्रणाचे घटक—सोन्याच्या खनिजा (Ore) पासून सोनें अगर गंधकाच्या खनिजापासून गंधक—वेगळे करण्यासाठीं अशाच प्रकारच्या पद्धतीचा अवलंब करतात.

प्रयोग २७ वा:– ७ भाग लोखंडाचा कीस व ४ भाग गंध-काची पूड घेऊन तिचें मिश्रण तयार करा; व तें एका कठीण काचेच्या नळींत (Hard glass test-tube) घेऊन खूप तापवा. ही विक्रिया होण्यास बरीचशी उष्णता लागत असल्याचें तुम्हांस दिसून येईल. तापतांना कांहीं गंधक जळून जात असल्यामुळें नळींत आणखी थोडासा गंधक टाका. याप्रमाणें कांहीं वेळ तापविल्यावर नळींत बनलेल्या पदार्थास आपोआप थंड होऊं द्या. नंतर आंतील पदार्थ एका कागदावर घेऊन त्याची परीक्षा करा. हा काळसर रंगाचा पदार्थ गंधकासारखा अगर लोखंडासारखाही नसल्याचें तुम्हांस दिसून येईल. या नवीन पदार्थाचा भाग एका नळींत घेऊन त्यावर कार्बन-बाय-सल्फाइड टाका. पहा, त्यांत तो विरघळतो काय ? दुसऱ्या भागावर थोडेसें सल्फ्यूरिकाम्ल टाका. याच्या मिश्रणापासून निघत असलेल्या वायूप्रमाणेंच हा आहे काय ? त्या वायूचा नाकाशीं वास घेऊन पहा.

*या नवीन बनलेल्या पदार्थाचे गुणधर्म, त्याच्या मिश्रणांतील घट*काच्या गुणधर्मांहून भिन्न असल्याचें आढळून येतें. या नवीन पदार्थां-तील गंधक व लोखंड हे घटक, कार्बन-डाय-सल्फाइडनें वेगवेगळे करतां येत नाहींत. मिश्रणावरील सल्फ्यूरिकाम्लाच्या कार्यानें जो वायु निघतो,

त्यापेक्षां भिन्न वायु या नवीन पदार्थावरील आम्लाच्या कार्यानें निघतो, हें त्याच्या घाण वासावरून कळून येतें. या वायूला '**सल्फ्युरेटेड हैड्रोजन**' असें म्हणतात; व लोखंड व गंधक एकत्र तापविल्यानें जो संयुग बनतो त्यास आयर्न–सल्फाइड असें नांव आहे. मिश्रणामधील लोखंडावरच सल्फ्युरिकाम्लाचें कार्य घडतें; परंतु हा काळसर पदार्थ त्यांत एकरूपानें विरघळत असल्याचें दिसून येतें, व सूक्ष्मदर्शक भिंगानेंही आयर्न–सल्फाइडमध्यें लोखंड व गंधक याचे वेगळाले असे कण दिसत नाहींत. संयुग बनण्याच्या या रीतीस **एकीकरण** (Synthesis) असें नांव आहे.

यावरून ज्याप्रमाणें संयुगाचें विघटन करून आपणास मौलें मिळतात, त्याप्रमाणें मौलें घेऊन व त्यांचें एकीकरण करून आपणास संयुगही बनवितां येतात.

संयुगाची घटना–

ज्या पदार्थांचें आपण मिश्रण करतों ते कोणत्याही प्रमाणांत मिसळले तरी चालतात. संयुगामध्यें तसें वाटेल तें प्रमाण घेऊन चालतें कीं काय हें पाहिलें पाहिजे. त्यासाठीं पुन्हा गंधक व लोखंड हे निरनिराळया प्रमाणांत तापवून काय होतें तें पाहिलें पाहिजे.

प्रयोग २८ वा–मागील प्रयोग (२७) पुन्हा एकदां करा. **परंतु या खेपेस गंधक व लोखंडाच्या मिश्रणाचें प्रमाण वेगळें द्या. उदाहरणार्थ, तीन भाग लोखंड व चार भाग गंधक. पूर्वीप्रमाणेंच तापविण्याची वगैरे सर्व क्रिया करा. नळींत बनलेला पदार्थ कागदावर घेऊन त्याचें परीक्षण करा. त्याच्याजवळ लोहचुंबक आणा. लोखंड त्यास चिकटतें काय? (आ. २३ पहा) त्यापैकीं थोडासा पदार्थ नळींत घेऊन त्यावर कार्बन-बाय-सल्फाइड टाका. त्यापैकीं कांहीं विरघळत असल्याचें तुम्हांस दिसेल. यावरून तुम्ही काय अनुमान काढाल?**

प्रयोग २९ वा:–मिश्रणाचें प्रमाण बदलून पुन्हा तोच प्रयोग करा. या खेपेस लोखंड व गंधक तीनीस एक या प्रमाणांत द्या. तापविल्यानंतर, हें मिश्रण पूर्वीप्रमाणें थंड झाल्यावर बनलेल्या

पदार्थाचें परीक्षण करा. पुन्हा लोहचुंबक त्या पदार्थाजवळ आणा. पहा, कांहीं लोखंडाचे कण त्यास चिकटले; पहिल्या प्रयोगाप्रमाणें लोखंड सर्व गंधकाशीं एकजीव न होतां निराळें कां राहिलें ? उष्णतेनें गंधक व लोखंड यांच्या होणाऱ्या विक्रियेंत कांहीं लोखंडाच्या कणांनीं भाग कां घेतला नाहीं ?

याप्रमाणें लोखंड व गंधक यांचीं निरनिराळ्या प्रमाणांत मिश्रणें करून तीं तापविलीं व त्यांच्या विक्रियेमुळें बनलेल्या पदार्थांची परीक्षा केली तर असें आढळून येतें कीं, नेहमीं चार भाग गंधकाबरोबर सात भाग लोखडाची विक्रिया घडून येते. यापेक्षां एखाद्या घटकाचें प्रमाण अधिक घेतलें तर तेवढा भाग तसाच मोकळ्या स्थितींत राहतो; आणि तो त्या मौलाच्या विशिष्ट गुणधर्मांप्रमाणें तपासून पाहतां येतो, (गंधक कार्बन-डाय सल्फाइडबरोबर व लोखंड लोहचुंबकाबरोबर). रेड्-ऑक्सा-इड आफ् मर्क्यूरी मध्यें पारा आणि ऑक्सिजन यांचें वजनीं प्रमाण १०० : ८ असें आहे. याप्रमाणें निरनिराळे संयुग तपासून पाहतां असें आढळून येतें कीं, **संयुग बनतांना, मौलांचा नेहमी त्यांच्या वजनाच्या ठराविक प्रमाणांत संयोग होतो. यालाच नियमित प्रमाणांचा नियम असें म्हणतात.** हा रसायन शास्त्रांत एक महत्वाचा नियम आहे.

संयुगाचें महत्व

आजपर्यंत जवळ जवळ ८०।९० मौलांचा शोध लागला आहे. यापैकीं दोन किंवा दोहोंपेक्षां अधिक मौलांचा संयोग होऊन लाखो संयुग बनले आहेत. यापैकीं समान गुणधर्मांचे संयुग वेगवेगळे काढून त्याचे निरनिराळे वर्ग बनविले आहेत. एका वर्गांत पडणाऱ्या संयुगाच्या गुणधर्मांत फारसा बदल नसतो. म्हणून त्या त्या वर्गाच्या कांहीं मुख्य संयुगाच्या गुणधर्मांचा अभ्यास केला तर रसायन शास्त्राच्या मूलभूत तत्वाचें आकलन होण्यास कांहींच हरकत नाहीं

\+ + + +

मिश्रण व संयुग यांमधील भेद दाखविणारे कोष्टक

नं.	मिश्रण	संयुग
१	मिश्रणांत घटक कोणत्याही प्रमाणांत मिसळले तरी चालतात.	संयुगाचे घटक नेहमीं त्यांच्या वजनाच्या ठराविक प्रमाणांतच संयुक्त झालेले असतात.
२	मिश्रणांतील घटकांचे वैयक्तिक गुणधर्म बदलत नाहींत.	ज्या घटकांचा संयुग बनतो त्यांचे गुणधर्म त्या घटकांच्या गुणधर्मांहून अजिबात् वेगळे असतात.
३	मिश्रणांतील घटकाचे कण एकमेकाशेजारीं राहिलेले असतात; व सूक्ष्मदर्शकाच्या सहाय्यानें वेगवेगळे असे सहज ओळखतां येतात.	संयुगांतील घटकाचे कण एकजीव झालेले असून ते सर्व एकसारखे असतात; व सूक्ष्मदर्शक भिंगांतूनही ते तसेच दिसतात.
४	मिश्रण बनतांना कोणतीही विक्रिया होत नाहीं, म्हणून उष्णताही उत्पन्न होत नाहीं.	उष्णता उत्पन्न झाल्याखेरीज अगर तिचा व्यय झाल्याखेरीज कोणताही संयुग बनत नाहीं.
५	मिश्रणांतील घटक गाळण्यासारख्या क्रियेनें, द्रावकें बनवून अगर ऊर्ध्वपातनानें वेगळे करतां येतात.	संयुगाचे घटक वेगळे करण्यासाठीं उष्णता, विद्युत् वगैरे सारख्या कार्यशक्तीचा उपयोग करावा लागतो.
६	मिश्रणांतील घटक द्रवांत विद्रुत होतांना एकजिनसीं विद्रुत होत नाहींत. एक घटक दुसऱ्यापेक्षां कमी अधिक प्रमाणांत, किंवा एक घटक अजिबात् विद्रुत न होतां फक्त दुसराच विद्रुत होतो.	संयुग ज्या द्रवांत विद्रुत होत असेल त्यांत तो एकजिनसी विद्रुत होतो. एक घटक कमी किंवा दुसरा अधिक असें होत नाहीं.

या प्रकरणांत सांगितलेल्या महत्वाच्या गोष्टींचा सारांश

मिश्रण:-मिश्रणामध्यें दोन किंवा दोन्हीपेक्षां अधिक पदार्थ वाटेल त्या प्रमाणांत मिसळतात, परंतु या घटकाच्या गुणधर्मांत बिलकूल बदल होत नाहीं.

मौल:-ज्या पदार्थापासून त्याच्या व्यतिरिक्त दुसरा अधिक साधा पदार्थ मिळूं शकत नाहीं, अगर तो अमुक दोन पदार्थ मिळून झाला आहे, असें दाखवितां येत नाहीं, अशा प्रकारच्या पदार्थास मौल असें नांव आहे.

संयुग:-मौलांपैकीं दोन अथवा अधिक मौलांचा परस्पर संयोग होऊन, त्यापासून जो भिन्न गुणधर्मांचा पदार्थ मिळतो त्यास संयुग म्हणतात.

नियमित प्रमाणांचा नियम:-संयुग बनतांना, मौलांचा नेहमीं त्यांच्या वजनाच्या ठराविक प्रमाणांत सयोग होतो. यालाच ("Law of constant proportion") असें म्हणतात.

प्रश्न

(१) बंदुकीची दारू मिश्रण आहे कां संयुग? तिचे घटक तुम्ही कसे वेगळे कराल?

(२) मिश्रण व संयुग यांतील भेद स्पष्ट करा.

(३) हिराकस (आयर्न सल्फेट) हा लोखंडाचा संयुग आहे. त्यांतील लोखंडावर लोह चुंबकाचें आकर्षण होईल काय? कारणें द्या.

(४) रोजच्या व्यवहारांत आढळून येणारीं मिश्रणाचीं कांहीं उदाहरणें द्या. पाणी हें संयुग आहे कां मिश्रण? कारणें द्या.

(५) हवा हा पदार्थ मिश्रण आहे असें तुम्हास वाटतें काय? असेल तर कोणत्या कारणांमुळें?

(६) सोनें, लोखंड, तांबें या धातूबद्दल प्राचीन लोकांना माहिती होती; परंतु मॅग्नेशिअम् किंवा ॲल्युमिनम्बद्दल कांहींच माहिती नव्हती. असें कां व्हावें?

(७) आपल्या पूर्वजांनीं मौलांसंबंधीं जी कल्पना बांधिली होती, ती कोणती ? आतांच्या शास्त्रीय शोधाच्या दृष्टीनें ती कितपत बरोबर आहे ?

(८) तुम्हाला एक पदार्थ दिला आहे; तर तो मौल, संयुग किंवा मिश्रण आहे हें दाखविण्यासाठीं तुम्ही त्यावर कोणते प्रयोग कराल ?

(९) उष्णतेचा प्रादुर्भाव किंवा व्यय हीं दोन्हीही विक्रियेचीं चिन्हें आहेत हें दाखविण्यासाठीं तुम्ही कोणते प्रयोग कराल ? (१९३५ मुं. वि. वि.)

(१०) पुढें नमूद केलेल्या पदार्थांमधून मौल, संयुग, कां मिश्रण ते ओळखा; १ पाणी २ खडू ३ कागद ४ पारा ५ पितळ ६ शिसें ७ साबण ८ ऑक्सिजन ९ मीठ. तुम्ही केलेल्या निवडीबद्दल कारणें द्या. (१९२३ मुं. वि. वि.)

(११) पुढें नमूद केलेल्यापैकीं प्रत्येकाचें उदाहरण द्या, आणि ते एकमेकापासून भिन्न कसे आहेत तें दाखवा. (१) मौल (२) संयुग (३) मिश्रण. हवा, हें मिश्रण आहे कां संयुग ? कारणें द्या. (१९३१ मुं. वि. वि.)

(१२) पुढील पदार्थांचे मौल, संयुग व मिश्रण याप्रमाणें गट करा; १ पाणी, २ हवा, ३ सोनें, ४ साखर, ५ कॉर्बानिक् ॲसिड वायु, ६ बंदुकीची दारू, ७ हिरा, ८ मॉर्टर, ९ हैड्रोजन, १० मीठ. (१९३३ मुं. वि. वि.)

(१३) पुढील पदार्थांचें मौल, संयुग किंवा मिश्रण याप्रमाणें वर्गीकरण करा:-१ साबण २ शिसें ३ दूध ४ पितळ ५ खडू ६ मेणबत्ती ७ वाळू ८ गंधक ९ समुद्राचें पाणी १० हवा ११ शाई १२ वॉशिंग सोडा. तुमच्या वर्गीकरणा-बद्दल कारणें द्या.

(१४) जे संयुग आपणास सहज विघटित करतां येतील अशा तिहींचीं नांवें देऊन, ते कसे विघटित कराल याबद्दल स्पष्टीकरण करा.

उत्तर–१ पाणी, २ रेड् ऑक्साइड ऑफ मर्क्यूरी, रेड्लेड्.

(१) पाण्यामधून विद्युत्प्रवाह सोडला असतां, त्याचे हैड्रोजन व ऑक्सिजन हे घटक सहज मिळूं शकतात.

(२) रेड् ऑक्साइड ऑफ मर्क्यूरी खूप तापविला असतां, त्याच्यापासून पारा व ऑक्सिजन मिळतात.

(३) रेड् लेड् ही वरच्याप्रमाणेंच खूप तापविलें असतां त्यापासून लिथार्ज व ऑक्सिजन हीं मिळूं शकतात.

(१५) खालील विधानें बरोबर कां चूक एवढेंच लिहा:–

(अ) पदार्थ वाटेल त्या प्रमाणांत मिसळले तर संयुग बनतो.

(आ) जेव्हां लोखंड व गंधक एकत्र मिसळतात तेव्हां संयुग बनतो.

(इ) पाण्यात साखर विरघळते, तेव्हां संयुग तयार होतो.

(ब) तापविण्याच्या क्रियेनें दोन मौलांत फक्त संयोगच घडून येतो.

(क) उष्णतेचा प्रादुर्भाव हें संयोगीकरणाचें (Combination) चिन्ह होय.



प्रकरण ६ वें

परमाणू, अणू, संकेत, सूत्र, समीकरण, नित्यप्रमाणाचा नियम, गुणकप्रमाणाचा नियम.

स्थाणु द्रव किंवा वायुरूप अशा कोणत्याही अवस्थेंतील पदार्थ घेतला तरी तो अतिशय सूक्ष्म असे कण मिळून झाला आहे. उदाहरणार्थ, आपण खडूचा तुकडा घेतला व त्याचे आपण तुकडे करीत चाललों तर आपणास किती लहान प्रमाणांत त्याचे तुकडे मिळतील? शेवटीं अशी वेळ येईल कीं मिळालेल्या कणापेक्षां अधिक लहान तुकडा करणें अशक्य होईल; किंवा त्यापेक्षां अधिक लहान तुकडे करूं लागलों तर त्या कणांमध्यें खडूचे गुणधर्म सांपडणार नाहींत. तेव्हा खडूचे गुणधर्म असलेला लहानांतला लहान जो कण त्यास खडूचा अणू (Molecule) असें म्हणतात. यावरून स्वतंत्र स्थितींत राहणाऱ्या व त्या विशिष्ट पदार्थांचे गुणधर्म कायम असणाऱ्या कणाला अणू अशी संज्ञा आहे.

या अणूचे पुन्हा सारखे विभाग करण्याची कल्पना केली व जर तो खडूसारख्या संयुगाचा अणू असला तर त्याचे असे लहानांत लहान कण होतील कीं त्या कणांत त्या संयुगाचे गुणधर्म सांपडणार नाहींत; तर तो ज्या मौलांचा संयोग होऊन बनलेला असतो त्या मौलांमध्यें त्याचें विघटन होईल. हे कण नुसत्या डोळ्यानींच काय, परंतु चांगल्या सूक्ष्मदर्शकानेंही दिसूं शकत नाहींत. त्याच्या सहायानें दिसूं शकणाऱ्या कणांतही या लहान कणांची संख्या कोटीनें मोजण्यइतकी असूं शकते. अशा या मौलाच्या अत्यंत सूक्ष्म अशा कणाला परमाणू (Atom) असें नांव आहे. या परमाणूचे मात्र पुढें भाग पाडणें शक्य नाहीं. हे अणू स्वतंत्रपणें असे क्वचित्च राहतात. ते सजातीय अगर भिन्न जातीय परमाणूशीं संयुक्त झालेले असतात. जर वर सांगितलेल्या अणूमध्यें एका प्रकारचे परमाणू असतील तर त्या पदार्थास मौल असें म्हणतात, व जर भिन्न प्रकारचे परमाणू असतील तर त्यास संयुग असें म्हणतात. हैड्रोजनचे दोन परमाणू व ऑक्सिजनचा एक परमाणू मिळून पाण्याचा

अणू बनलेला असतो. परंतु हैड्रोजनचा ~~अणू~~ परमाणु घेतला तर त्यांत दोन्हीही परमाणू हैड्रोजनचेच असतात.

चिन्हें (Symbol)–

मोठाले शब्द थोडक्यांत लिहितां यावेत म्हणून व्यवहारांत पुष्कळ ठिकाणीं आपण त्या शब्दाचीं अक्षरें ठरवितों. विशेषत: तारायंत्रानें सरकारी गुप्त निरोप पाठवितांना, कित्येक वेळा अशा अक्षरांचा उपयोग करतात. तसेंच भूमितीमध्यें शब्द न लिहितां पुष्कळ वेळा अक्षरेंच वापरतात. उ० Point हा शब्द न लिहितां त्याऐवजीं (Pt.) लिहितात. त्याचप्रमाणें रसायन-शास्त्रांतही मौलांचीं नांवें अक्षरांनीं दाखवितात. प्रत्येक मौलाला एकेक अक्षर दिलेलें आहे. अशा अक्षराला चिन्ह (Symbol) असें म्हणतात.

पाश्चात्य शास्त्रांशांनीं मौलांना वापरलेलीं चिन्हें त्यांच्या इंग्लिश, लॅटिन् अगर क्वचित् ग्रीक शब्दांचीं अग्राक्षरें आहेत. यापैकीं ज्या ठिकाणीं मौलान्चीं अग्राक्षरें तींच येतात (उ०–Copper,' Calcium, Chlorine) त्या ठिकाणीं एकाला अग्राक्षर (कार्बनला C.) असें चिन्ह ठरवून, बाकीच्या राहिलेल्यांचीं पहिलीं दोन अक्षरें घेतलीं आहेत. हें चिन्ह, त्या मौलाचा एक परमाणू दाखवितें.

खालीं कोष्टकामध्यें कांहीं महत्त्वाच्या मौलांचीं मराठी नांवें, इंग्रजी नांवें, त्यांचीं चिन्हें व परमाणू भार दिलेले आहेत. ज्या मौलांचीं चिन्हें लॅटिन अगर ग्रीक भाषेंतून घेतलीं आहेत, त्यांचीं तीं नांवें (Greek or Latin names) टिपेमध्यें दिलीं आहेत.

मराठी नांव	इंग्रजी नांव	चिन्ह	परमाणू भार *
अल्युमिनम्	Aluminum	Al	२७
ॲंटिमनी	Antimony[1]	Sb	१२०

* परमाणू भार:–हैड्रोजनच्या अणूचें वजन एक असें कल्पून, त्याच्या कितीपट दुसऱ्या मौलाच्या अणूचें वजन हें संख्येनें दाखविणें या संख्येस त्या मौलाचा परमाणू भार असें म्हणतात. उ० हैड्रोजनचें वजन एक ग्रॅम् कल्पिलें तर ऑक्सिजनचें वजन १६ ग्रॅम्. कार्बनचें वजन १२ ग्रॅम् होईल.

मराठी नांव	इंग्रजी नांव	चिन्ह	परमाणू भार
कथील	Tin[2]	Sn	११८
कॅलशिअम्	Calcium	Ca	४०
चांदी	Silver[3]	Ag	१०८
जस्त	Zinc	Zn	६५
तांबें	Copper[4]	Cu	६३
पारा	Mercury[5]	Hg	२००
प्लॅटिनम्	Platinum	Pt	१९५
पोटॅशिअम्	Potassium[6]	K	३९
मँगनीझ	Mangenese	Mn	५४
मॅग्नेशिअम्	Magnesium	Mg	६४
लोखंड	Iron[7]	Fe	५६
शिसें	Lead[8]	Pb	२०७
सोडीयम्	Sodium[9]	Na	२३
निकेल	Nickel	Ni	५८
सोनें	Gold[10]	Au	१९६

अधातू वर्गापैकीं कांहीं मौलें

मराठी नांव	इंग्रजी नांव	चिन्ह	परमाणू भार
कार्बन	Carbon	C	१२
गंधक	Sulphur	S	३२
फॉस्फरस	Phosphorus	P	३१
सिलिकॉन्	Silicon	Si	२८
आयोडिन्	Iodine	I.	१२६
ब्रोमिन्	Bromine	Br.	७९
ऑक्सिजन्	Oxygen	O	१६
नैट्रोजन्	Nitrogen	N	१४
हैड्रोजन्	Hydrogen	H	१
क्लोरिन्	Chlorine	Cl	३५

सूत्र (Formula)

वरील कोष्टकांत तिसऱ्या कॉलममध्यें चिन्ह, व चौथ्या कॉलममध्यें त्याचे परमाणू भार दिले आहेत. नुसतें चिन्ह लिहिलें म्हणजे त्या मौलाचा बोध होतो; इतकेंच नव्हे तर त्याच्या परमाणू-भाराचाही बोध होतो. हैड्रोजनच्या परमाणूचें वजन १ असें कल्पिलें आहे. तेव्हां त्याचें H हें चिन्ह लिहिलें, तर त्यापासून एक भार हैड्रोजन असा बोध होतो. अशा चिन्हाचा उपयोग करून संयुगाबद्दलची जरूर ती माहिती (त्याची घटना कोणकोणतीं मौलें आपल्या किती भार वजनानें संयुक्त झालीं आहेत) फारच थोड्या जागेंत सोप्या रीतीनें लिहितां येतें. पाण्याच्या परमाणूबद्दल वरील माहिती सांगावयाची झाली, तर हैड्रोजन दोन परमाणू (वजन २) ऑक्सिजनच्या एका परमाणू (वजन १६) बरोबर, ज्यांत संयुक्त झाले आहेत असा संयुग, एवढें लिहावें लागेल. परंतु चिन्हें वापरलीं कीं किती सोय होते पहा. हैड्रोजनचा एक परमाणू म्हणजे H; तेव्हा दोन परमाणू म्हणजे H_2 असें लिहितात. यावरून संयुग बनण्यासाठीं जितके परमाणू घ्यावे लागतील, त्यांची संख्या त्या चिन्हापुढें लिहिलेल्या आकड्यावरून तुम्हांस कळून येईल. शिवाय त्या चिन्हावरून मौलाच्या परमाणू-भाराचा बोध होत असल्यामुळें, संयुक्त होत असलेल्या मौलांच्या परमाणूंचेंही वजन कळतें. वरील पाण्याच्या उदाहरणांत ‘ H_2O ’ लिहिलें म्हणजे त्यांत सर्व कांहीं आलें. H_2 म्हणजे हैड्रोजनचे दोन परमाणू (अर्थात् दोन भार); O म्हणजे ऑक्सिजनचा एक परमाणू (अर्थात् १६ भार) असा अर्थ होतो. H_2 आणि O एकत्र लिहून दाखविल्यामुळें, या मौलांचा रासायनिक संयोग होऊन तयार झालेला पदार्थ असा अर्थ होतो. म्हणजे H_2O एवढें लिहिल्यानें या संयुगाच्या मौलाबद्दल, त्याच्या चिन्हापुढें लिहिलेल्या

पान ६४ मध्यें अंक घातलेल्या मौलांचीं मूळ नांवें–

(1)	From Latin word Stibium	(6)	From Latin word Kalium
(2)	„ „ „ Stannum	(7)	„ „ „ Ferrum
(3)	„ „ „ Argentum	(8)	„ „ „ Plumbum
(4)	„ „ „ Cuprum	(9)	„ „ „ Natrum
(5)	„ „ „ Hydragyrum	(10)	„ „ „ Aurum

आंकड्यावरून हा संयुग बनण्यास प्रत्येकीं किती परमाणू घ्यावे लागले याबद्दल, व त्या परमाणूंच्या वजनाबद्दल, इतकी माहिती या चिन्हावरून होते. हे तीन परमाणू मिळून पाण्याचा एक अणू बनतो. असे चार अणू दाखवावयाचे असल्यास H_2O च्या डाव्या बाजूस ४ असा आंकडा लिहितात, म्हणजे पाण्याचे चार अणू ($4H_2O$) असा अर्थ होतो. अशा तऱ्हेच्या चिन्हाच्या एकत्रित समूहास **सूत्र** (Formula) असें म्हणतात. हें सूत्र पदार्थांचें अविनाशित्व दाखवूं शकतें. वरील दोन वायूंचा संयोग होतांना बाहेरचा तिसरा पदार्थ, पाणी बनण्यासाठीं येऊं शकत नाहीं. त्यामुळें वजनाची वाढ होणें अशक्य आहे. म्हणजे दोन्ही वायूंचें मिळून जेवढें वजन, तेवढेंच त्यापासून तयार झालेल्या पाण्याचें वजन. तेव्हां H_2O याचा अर्थ, [१×२+१६ = १८] पाणी असा होतो. सूत्रांतील चिन्हांनीं दाखविलेल्या वजनांची जी बेरीज येईल तितक्याच वजनाचें तें दर्शक असतें. आपणास पाण्याचे दोन अणू घ्यावयाचे झाले, तर $2H_2O$ असें लिहावें लागेल. अर्थात् याचा अर्थ २ [१×२+१६]= ३६ भार म्हणजे पहिल्याच्या दुप्पट वजनाचें हें सूत्र होईल. याप्रमाणें इतरही संयुगांचीं सूत्रें बनवितां येतात.

समीकरण–(Chemical equation) चिन्ह व सूत्र यांचा, मौलांचीं नांवें व संयुगाची रासायनिक रचना दाखविण्याकडे उपयोग होतो. रसायन–शास्त्रांत विशिष्ट पदार्थांत रासायनिक क्रिया होऊं शकते किंवा झालेली असते व त्यामुळें दुसरे विशिष्ट पदार्थ तयार होतात हें सांगावयाचें असतें. संयुगाच्या अगर मौलाच्या बाबतींत तद्दर्शक सूत्र अगर चिन्ह लिहून काम भागेल. परंतु वरील वाक्याप्रमाणें बाकीचा भाग दर वेळां लिहावा लागेल. तें टाळण्यासाठीं बीजगणितांतील समीकरणाप्रमाणें समीकरणें लिहून रासायनिक क्रिया दाखवितात.

उदाहरणार्थ ‘अ’ या पदार्थावर ‘ब’ या दुसऱ्या पदार्थाचें रासायनिक कार्य होऊन त्यापासून ‘क’ व ‘ड’ असे पदार्थ मिळतात. हीच गोष्ट समीकरणानें अगदीं थोडक्यांत सांगतां येते. कशी ती पहाः–

अ + ब = क + ड

या ठिकाणीं डाव्या बाजूच्या चिन्हांमध्यें जें अधिक चिन्ह आहे, त्याचा अर्थ, त्या दोन पदार्थांमध्यें विक्रिया होते असा आहे. याप्रमाणें

रासायनिक कार्यामध्यें जे संयुग भाग घेतात किंवा ज्या दोन अथवा अधिक संयुगामध्यें रासायनिक कार्य होतें, तें डाव्या बाजूस लिहितात; व त्यामुळें जे नवीन पदार्थ बनतात ते उजव्या बाजूस लिहितात. वरील रासायनिक कार्यामध्यें ' क ' आणि ' ड ' हे नवीन बनलेले पदार्थ होत.

जस्त व सल्फ्यूरिकाम्ल यामध्यें रासायनिक कार्य होऊन त्यापासून झिंक्सल्फेट व हैड्रोजन् वायु मिळतो. समीकरणानें ही विक्रिया याप्रमाणें दाखवितां येतें:–



$$Zn + H_2SO_4 = Zn\,SO_4 + H_2$$

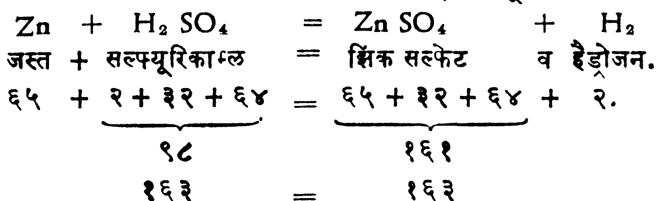
जस्त+सल्फ्यूरिकाम्ल=झिंक्सल्फेट + हैड्रोजन्

पहिल्या + चिन्हाचा अर्थ ' रासायनिक संयोग होईल अशा स्थितींत एकेजागीं ते पदार्थ आणणें. समीकरणाच्या दोन्ही बाजू जोडणाऱ्या चिन्हाचा अर्थही बरोबर ध्यानांत आला पाहिजे. रासायनिक कार्य झाल्यावर रासायनिक क्रियेमध्यें भाग घेणाऱ्या व त्यापासून बनणाऱ्या पदार्थांच्या वजनांत फरक पडत नाहीं. डाव्या बाजूला दाखविलेल्या व रासायनिक क्रियेंत भाग घेणाऱ्या पदार्थांच्या वजनांची बेरीज, त्या विक्रियेमुळें बनणाऱ्या व उजव्या बाजूस दाखविलेल्या पदार्थांच्या वजनाच्या बेरजेबरोबर असते. एवढाच त्या बरोबरीच्या चिन्हाला (=) अर्थ आहे; दुसरा कोणताही अर्थ नाहीं. उजव्या बाजूच्या संयुगामध्यें जें अधिक चिन्ह (+) असतें, त्याचा अर्थ, व किंवा आणि सारखा असून, इतके वेगवेगळे पदार्थ मिळतात असा होतो.

या समीकरणाचा अर्थ आणखीही विशद करून सांगतां येईल. Zn हें चिन्ह जस्त एवढेंच दाखवीत नसून त्याचा परमाणू भार ६५, (हैड्रोजनच्या परमाणूपेक्षां ६५ पट जड) दाखवितें. H_2SO_4 हें सूत्र सल्फ्यूरिकाम्लाचा अणू दाखवितें. या सूत्रावरून आपणास कळून येईल कीं, हा अणू हैड्रोजनचे २ परमाणू, गंधकाचा एक परमाणू व ऑक्सिजनचे ४ परमाणू मिळून बनला आहे, म्हणून गंधकाच्या अणूचें वजन पुढीलप्रमाणें बेरीज करून काढतात.

H_2	=	1×2	2
S	=	32	32
O_4	=	16×4	64
			98 भार.सल्फ्यूरिकाम्लाच्या अणूचें वजन.

याप्रमाणें इतरही संयुगांच्या अणूचें वजन तुम्हांस काढतां येईल. पुन्हा आपण तेंच समीकरण त्याखालीं आंकडे मांडून लिहूं या.



$Zn + H_2 SO_4 = Zn SO_4 + H_2$

जस्त + सल्फ्यूरिकाम्ल = झिंक सल्फेट व हैड्रोजन.

६५ + २ + ३२ + ६४ = ६५ + ३२ + ६४ + २.

९८   १६१

१६३ = १६३

यावरून तुम्हांस कळून येईल कीं, रासायनिक कार्य ज्यामध्यें होऊं शकते, अशा पदार्थांच्या अणू किंवा परमाणूभाराची बेरीज, विक्रिया होऊन बनलेल्या संयुगाच्या किंवा मौलाच्या अणू किंवा परमाणू भाराच्या बेरजेबरोबर असते. वरच्या समीकरणामध्यें वजनी ६५ भार जस्तावर ९८ भार सल्फ्यूरिकाम्लाचें कार्य होऊन, त्यापासून १६१ भाराचा झिंक् सल्फेट व २ भार हैड्रोजन् मिळतो. समीकरणाखालीं याप्रमाणें जरी आकडे लिहिले नाहींत, व नुसतें चिन्ह व सूत्र लिहून तें पुरें केलें, तरी त्याचा वर सांगितलेला अर्थ होतोच; कारण मौलाच्या आद्याक्षराचें चिन्ह, तें मौल दाखवितें एवढेंच नव्हे, तर त्याचा परमाणू-भारही दाखवितें; म्हणून समीकरणाचा बरोबर अर्थ समजून घेण्यास त्याच्या अद्याक्षराबरोबर त्या प्रत्येकाचा परमाणूभारही लक्ष्यांत ठेविला पाहिजे. वर दाखविल्याप्रमाणें परमाणू-भाराच्या वजनाची बेरीज करून संयुगाचा अणुभार काढतां येतो. याप्रमाणें प्रत्येक खेपेस रासायनिक कार्य घडून येते वेळीं, त्यांत भाग घेणारे व त्यापासून मिळणारे पदार्थ समीकरणानें दाखवितां येतात.

गुणक प्रमाणाचा नियम

ऑक्सिजन व हैड्रोजन यांचा एकमेकाशीं संयोग होऊन पाणी (हैड्रोजन ऑक्साइड) बनत असल्याचें वर सांगितलें आहेच. परंतु याच दोन मौलांच्या संयोगानें पाण्याच्या गुणधर्मांहून भिन्न गुणधर्म असलेला संयुगही बनतो; त्यास 'हैड्रोजन् पेरॉक्साइड' असें म्हणतात; यांत, हैड्रोजन पाणी बनतांना ऑक्सिजनशीं ज्या प्रमाणांत संयुक्त झालेला असतो, त्यापेक्षां अधिक प्रमाणांत तो संयुक्त झालेला असतो.

हैड्रोजन पेरॉक्साइडचें विघटन केलें असतां असें अढळून आलें आहे कीं, हैड्रोजनचे दोन भाग (वजन) ऑक्सिजनच्या ३२ भागाशीं (वजन) संयुक्त होतात. पाण्याच्या संयुगांत असलेल्या ऑक्सिजनशीं हें प्रमाण बरोबर दुप्पट आहे. आपण आणखी एक उदाहरण घेऊं. २८ भाग (परमाणू भार) नैट्रोजनबरोबर निरनिराळया प्रमाणांत ऑक्सिजनचा संयोग होऊन, अगदीं वेगवेगळया गुणधर्मांचे पांच संयुग बनतात. या पांच संयुगांत असणारें नैट्रोजनचें वजन, (परमाणूभार), ते अगर त्याचीं पूर्णपट असून, ऑक्सिजनचें वजन (परमाणूभार) १६, ३२, ४८, ६४, ८०. याच प्रमाणांत असतें. यावरून कळून येईल कीं, **ऑक्सिजन किंवा नैट्रोजन यांचें वेगवेगळें संयुग बनतानां, हीं मौलें आपल्या परमाणूभारानें किंवा त्याच्या पूर्ण पटीच्या भारानें एकमेकाशीं संयुक्त होतात.** या परमाणू भाराच्या दीडपट किंवा पावणेदोनपट अशा अपूर्ण पटी असत नाहींत. अशा तऱ्हेच्या रासायनिक संयोगाच्या नियमास **गुणक प्रमाणाचा नियम** (Law of Multiple proportion) असें म्हणतात. वर जीं दोन उदाहरणें नमुना म्हणून घेतलीं आहेत, तीं दुसऱ्या अशा प्रकारच्या हजारो उदाहरणांपैकीं आहेत.

दोन मौलांचा संयोग होऊन जेव्हां एकापेक्षां अधिक संयुग बनतात, तेव्हां त्या वेगवेगळया संयुगांत असणाऱ्या एका मौलाचें वजनीं प्रमाण, दुसऱ्या संयुगांत असणाऱ्या त्याच्या वजनाच्या पूर्णपटीबरोबर असतें. हा नियम 'जॉन डाल्टन' या प्रसिद्ध रसायनशास्त्रज्ञानें (१७६६–१८४४). तींच मौलें असलेल्या निरनिराळया संयुगांचें काळजीपूर्वक परिमाण विशिष्ट विघटना करून बसविला.

तीन निरनिराळया मौलांचा परस्पर संयोग होऊन जेव्हां संयुगें तयार होतात, तेव्हां त्यांच्या वजनांतही अशाच प्रकारचा साधा संबंध असल्याचें दिसून आलें आहे. हा संबंध कसा असतो हें पुढील उदाहरणावरून कळून येईल.

२३ ग्रॅम् सोडियम व एक ग्रॅम् हैड्रोजन् यांचा संयोग होऊन सोडियम हैड्राईड नांवाचा संयुग तयार होतो. एक ग्रॅम् हैड्रोजन व ३५ भार क्लोरिन् यांचा संयोग होऊन हैड्रोजन् क्लोराइड तयार होतें.

म्हणजे १ ग्रॅम् हैड्रोजनबरोबर तुलना केल्यास सोडियम् व क्लोरिन् यांची २३ व ३५ ग्रॅम् हीं वजनें बरोबरीचीं आहेत असें म्हणता येईल. कारण सोडियम व क्लोरिन यांचाही संयोग वरील वजनांच्या प्रमाणांत होतो, व त्यापासून सोडियम क्लोराइड नांवाचें लवण बनतें.

हैड्रोजनसारख्या मौलाच्या एकाच विशिष्ट वजनाशीं संयोग होणाऱ्या दुसऱ्या मौलांचीं (उ० सोडियम, क्लोरिन्) वजनें घेतल्यास, त्यांचा एकमेकाशीं संयोग, त्या वजनाच्या (२३ : ३५) प्रमाणांत अगर त्यांच्या पूर्णांक पटींच्या प्रमाणांत होत असल्याचें दिसून येतें. याच नियमाला "**परस्पर प्रमाणांचा नियम**" (Law of reciprocal proportion) किंवा "**संयोगी भाराचा नियम**" (Law of Combining weights) असें म्हणतात.

तुल्यभार (Equivalent Weight)

ठराविक वजनाचें जस्त घेऊन व त्यावर सल्फ्यूरिकाम्माचें रासायनिक कार्य पूर्णपणें होऊं देऊन त्यापासून किती वजनाचा हैड्रोजन निघूं शकतो याचें अत्यंत काळजीपूर्वक मोजमाप केल्यावर असें आढळून आलें आहे कीं, एक ग्रॅम वजनाचा हैड्रोजन मिळण्यासाठीं ३२·५ ग्रॅम् जस्त उपयोगांत आणावें लागतें, कोणत्याही आम्लापासून वजनीं एक भाग हैड्रोजन मिळविण्यासाठीं वजनीं ३२·५ भाग जस्त घ्यावें लागतें; म्हणून जस्ताच्या ३२·५ या भारास, त्याचा तुल्यभार (Equivalent weight) असें म्हणतात. वजनीं एक भाग हैड्रोजन मिळविण्यासाठीं रासायनिक क्रियेमध्यें कोणत्याही मौलाचा जो वजनीं भाग घ्यावा लागतो त्यास त्या मौलाचा **तुल्यभार** असें म्हणतात.

कोणत्याही मौलाचें आम्लाशीं रासायनिक कार्य करवून व त्यापासून किती भार हैड्रोजन निघतो हें मोजून, त्याचा तुल्यभार ठरवितां येतो खरा; परंतु तो ठरविण्याची दुसरीही एक रीत आहे. मॅग्नेशिअम्, फॉस्फरस, गंधक इत्यादी मौलें हवेंत जाळलीं असतां ऑक्सिजनबरोबर संयोग पावून त्यांचा ऑक्साइड बनतो. जाळलेल्या मौलाचें व त्यामुळें बनणाऱ्या ऑक्साइडचें वजन अत्यंत काळजीपूर्वक करून, त्यावरून

वजनीं ८ भाग* ऑक्सिजनबरोबर, त्या मौलाचें वजनी किती भार संयुक्त होतात हें ठरविलें आहे.

वजनीं ८	भार	ऑक्सिजनबरोबर	वजनीं	१२	भार	मॅग्नेशियम्	संयुक्त	होतो.
,,	,,	,,	,,	१००	,,	पारा	,,	,,
,,	,,	,,	,,	४·७	,,	नैट्रोजन्	,,	,,
,,	,,	,,	,,	३२	,,	तांबें	,,	होतें.
,,	,,	,,	,,	१६	,,	गंधक	,,	होतो
,,	,,	,,	,,	३५·५	,,	क्लोरिन्	,,	,,
,,	,,	,,	,,	२३	,,	सोडियम्	,,	,,
,,	,,	,,	,,	६·२	,,	फॉस्फरस	,,	;,

या मौलांच्या वजनास **तुल्यभार** किंवा संयोगीभार असें म्हणतात. यावरून तुल्यभाराची व्याख्या पुढील स्वरूपांतही देतां येईल. वजनी ८ भार ऑक्सिजनशीं संयोग होण्यास कोणत्याही मौलाचा वजनीं जो भाग लागतो त्यास, किंवा वजनीं एक भाग हैड्रोजन मिळविण्यासाठीं रासायनिक क्रियेमध्यें त्या मौलाचा वजनीं जो भाग घ्यावा लागतो त्यास त्या मौलाचा **तुल्यभार** म्हणतात.

मौलाचा तुल्यभार काढण्याच्या आणखी दुसऱ्याही पुष्कळ रीती आहेत, परंतु त्याचा विचार आपणास या लहानशा पुस्तकांत करतां येत नाहीं.

गे ल्यूसॅक्‌चा वायूंच्या संयोगाबद्दल नियमः—

निरनिराळया वायुरूप पदार्थांच्या संयोगाबद्दलही पुष्कळ प्रयोग केल्यावर गे ल्यूसॅक यानें पुढीलप्रमाणें नियम बसविला. तो नियम समजण्यासाठीं प्रथम आपण कांहीं उदाहरणें घेऊं.

---

* वजनी आठ भाग ऑक्सिजनबरोबर किती भार मौलाचा संयोग होतो हें पाहण्याचें कारण, एवढाच भार ऑक्सिजन, १ भार हैड्रोजन बरोबर संयुक्त होतो.

विक्रियेंत भाग घेणारे वायू				बनलेले वायुरूप पदार्थ	
वायु	व्याप	वायु	व्याप	बनलेले वायुरूप पदार्थ	व्याप
हैड्रोजन्	२	ऑक्सिजन्	१	वाफ	२
हैड्रोजन्	१	क्लोरिन्	१	हायड्रोक्लोरिक आम्ल. कार्बन डायॉक्साइड	२
नैट्रोजन्	१	ऑक्सिजन्	१	नैट्रिक् ऑक्साइड	२
नैट्रोजन्	१	हैड्रोजन्	३	अमोनिया	२

दोन वायुरूप पदार्थांत विक्रिया घडून येते, तेव्हां त्यांचे जे व्याप विक्रियेंत भाग घेतात ते व विक्रियेंमुळें जे वायुरूप पदार्थ बनतात त्यांचे व्याप, पूर्णांकाच्या संख्येंत अगर त्याच्या पूर्णपटींत असल्याचें आढळून येतें. (सर्व वायूचें मोजमाप एकाच उष्णमानाला व दाबाला केलें पाहिजे, हें गृहीत आहे.)

गे ल्यूसॅकच्या शोधामुळें त्या वेळच्या शास्त्रज्ञांमध्यें कुतूहल उत्पन्न झालें; त्यापैकीं **बर्झेलीअस** नांवाच्या स्वीडिश शास्त्रज्ञास असें समजून आलें कीं, गे ल्यूसॅकच्या व्यापविशिष्ट नियमाप्रमाणें वायुरूप पदार्थांचा होणारा संयोग, ही नुसती सहजगत्या घडून आलेली गोष्ट नव्हे. जॉन डाल्टनच्या संशोधनावरून त्याला हें स्पष्ट समजलें होतें कीं, निरनिराळया मौलांचा संयोग होऊन जे संयुग बनतात, त्यांत मौलांचे अणू पूर्णांकांतच असतात. म्हणून त्यानें असें प्रतिपादिलें कीं सर्व वायुरूप पदार्थांचे

सारखे व्याप घेतले तर त्यांत अणूंचीही संख्या सारखीच असते. (दाब व उष्णमान कायम असतांना).

जॉन डॉल्टनचा परमाणू-वाद (Theory).

जॉन डॉल्टन् यानें निरनिराळे प्रयोग करून जे गुणकप्रमाण व कायम प्रमाणाचे नियम बनविले त्यांतील घटनेच्या स्पष्टीकरणार्थ परमाणू-वादाची कल्पना (सिद्धांत) बसविली. तीच आधुनिक रसायनशास्त्राच्या अनेक मूलभूत कल्पनांपैकीं एक गणली गेली आहे. या कल्पनेप्रमाणें अदृश्य अशा सूक्ष्म अविभाज्य कणाचें मौल बनलें आहे. याच कणाला परमाणू अशी संज्ञा दिलीआहे. कोणत्याही मौलाचा प्रत्येक परमाणू एकसारखा असून त्याचे गुणधर्मही त्याच मौलाच्या इतर परमाणूच्या गुणधर्माप्रमाणें असतात. यांची रचना मात्र तितकी साधी नाहीं व त्यापैकीं कांहीं फुटतात असें अढळून आलें आहे. तरी परमाणूच्या संयोगानें संयुगें कशीं बनतात हें डॉल्टनच्या कल्पनेप्रमाणें आजही विशद करून सांगतां येतें. या कल्पनेप्रमाणें परमाणूच्या अपूर्ण भागास अस्तित्व नाहीं; म्हणून कोणत्याही मौलामध्यें १, २, ३, ४ या प्रमाणें कितीही पूर्ण परमाणू असूं शकतील. एकाच मौलाच्या कोणत्याही परमाणूचें वजन एकच असल्यामुळें कोणत्याही मौलांच्या (उ. नैट्रोजन् व ऑक्सिजन्) निरनिराळया संयुगांत त्याचें निरनिराळें गुणकप्रमाण कसें असूं शकतें याचें स्पष्टीकरण करतां येतें.

एकेकटे मोकळे परमाणू कधीं असत नाहींतच; ते एकत्रित येऊन अधिक मोठाले कण बनतात. याला डॉल्टननें 'अणू' असें म्हटलें आहे. याप्रमाणें शिशाचा एक परमाणू ऑक्सिजनच्या एका परमाणूशीं संयुक्त होऊन लिथार्ज नांवाच्या 'लेड् ऑक्साइडचा अणू' बनतो. पाण्याचा अणू घेतला तर, त्यांत हैड्रोजनचे दोन परमाणू व ऑक्सि-जनचा एक परमाणू संयुक्त झालेले असतात. परंतु हैड्रोजन पेरॉक्साइड-मध्यें हैड्रोजनच्या दोन परमाणूबरोबर ऑक्सिजनचेही दोन परमाणू संयुक्त झालेले असतात.

हीं झालीं संयुगाचीं उदाहरणें. परंतु मौलेंसुद्धां अणूरूपामध्यें असूं शकतात. हैड्रोजनच्या अणूंमध्यें जसे दोन परमाणू असूं शकतात, त्याच-

प्रमाणें ऑक्सिजनच्या अणूमध्येंही त्याचे दोन परमाणू असूं शकतात. एकद्या परमाणूला स्वतंत्र अस्तित्व असून तो अणुरूप राहतो असेंही क्वचित् घडून येतें; पाऱ्याचा एक परमाणू हाच अणुरूप असतो.

धारणा (Valency)–रासायनिक क्रियेमध्यें कांही मौलांचा एक परमाणू हैड्रोजनच्या फक्त एका परमाणूचें उच्चाटन करण्यास समर्थ असतो; अशा प्रकारच्या मौलांना-सोडियम् पोटॅशिअम्-एकशक्तिक (monovalent) असें म्हणतात. त्यांची शक्ति किंवा धारणा हैड्रोजनच्या शक्तीच्या भाषेंत सांगावयाची तर एक आहे असें म्हणतां येईल. पुष्कळशीं मौलें द्विशक्तिक आहेत, कारण अशा मौलांचा एक परमाणू-उदाहरणार्थ जस्त–हैड्रोजनच्या दोन परमाणूंचें उच्चाटन करूं शकतो. ॲल्युमिनम्-सारखीं कांहीं मौलें त्रीशक्तिक आहेत, व दुसरीं कांहीं याहीपेक्षां अधिक शक्ती किंवा धारणा असणारीं आहेत.

मौलांचे परमाणू भार ठरवितांना, हैड्रोजन आधारभूत धरला आहे. त्याप्रमाणें त्यांची धारणा मोजतांनाही हैड्रोजन वायूच प्रमाणभूत घेतात. तो एकशक्तिक आहे असें गृहीत धरावयाचें, व दुसऱ्या कोणत्याही मौलाचे किती परमाणू हैड्रोजनच्या एका मौलाशीं संयोग पावतात तें ठरवून, त्याप्रमाणें त्यांना एकशक्तिक, द्विशक्तिक असें संबोधावयाचें.

कांहीं मौलांचें निरनिराळे संयुग बनतांना निरनिराळ्या धारणा उपयोगांत आणल्या जातात. लोखंड हैड्रोजनच्या दोन परमाणूंचें उच्चाटन करतो; तेव्हां तो द्विशक्तिक असतो. याप्रमाणें लोखंड व सल्फ्यूरिकाम्ल यांचा संयोग होऊन फेरस सल्फेट–'हिराकस'–बनतो. परंतु ज्या वेळेस 'फेरीक सल्फेट' हा संयुग बनतो त्या वेळेस तो 'त्रिशक्तिक' असतो. याप्रमाणें दुसऱ्याही कांहीं मौलांना एकापेक्षां अधिक धारणा आहेत. जीं सामान्यतः बऱ्याच वेळां उपयोगांत येतात व ज्यांच्या धारणा एकापेक्षां अधिक आहेत अशीं पुढील मौलें होत–गंधक, नैट्रोजन, कथील (Tin), फॉस्फरस इ०.

———

या प्रकरणांतील महत्वाच्या गोष्टींचा सारांश

परमाणूः–मौलाचा अत्यंत सूक्ष्म व अविभाज्य कण.

अणूः–सजातीय अगर भिन्न जातीय परमाणूशीं संयुक्त झालेल्या व त्या मौलाचे अगर संयुगाचे गुणधर्म कायम असलेल्या कणास अणू म्हणतात.

चिन्हः–मोठाले शब्द थोडक्यांत लिहितां यावेत म्हणून रसायन–शास्त्रामध्यें जीं अक्षरें ठरविलीं आहेत त्यांस चिन्ह अशी संज्ञा आहे. हीं चिन्हें मौलांच्या नांवांचीं अद्याक्षरें आहेत.

परमाणू भारः–हैड्रोजनच्या अणूचें वजन एक असें कल्पून त्याच्या कितीपट दुसऱ्या मौलाच्या अणूचें वजन आहे हें सांगणें. हैड्रोजनचें वजन १ ग्रॅम् कल्पिलें तर ऑक्सिजनचें १६ ग्रॅम् व कार्बनचें १२ ग्रॅम् होईल.

सूत्र (Formula):–रासायनिक क्रियेंत बनलेलीं संयुगें थोडक्यांत लिहितां यावींत म्हणून, उपयोगांत आणलेल्या एकत्रित चिन्हांच्या समूहास सूत्र असें म्हणतात. विक्रियेंत भाग घेणाऱ्या व त्यामुळें बनलेल्या संयुगाचा पुढीलप्रमाणें बोध होतोः––

(१) संयुग बनण्यास मौलाचे किती अणू लागले;

(२) त्या मौलाचा परमाणूभार;

(३) त्या संयुगाचा अणूभार व रासायनिक रचना.

समीकरणः–रसायनशास्त्रांत विशिष्ट पदार्थांत, संयुगांत किंवा मौलांत रासायनिक क्रिया होऊं शकते व त्यामुळें विशिष्ट संयुग तयार होतात, हें थोडक्यांत सांगण्याकडे समीकरणाचा उपयोग होतो.

गुणकप्रमाणाचा नियमः–दोन मौलांचा संयोग होऊन जेव्हां एकापेक्षां अधिक संयुग बनतात तेव्हां, त्या वेगवेगळ्या संयुगांत असणाऱ्या एका मौलाचें वजनीं प्रमाण दुसऱ्या संयुगांत असणाऱ्या त्याच्या वजनाच्या पूर्णपटीबरोबर असतें.

संयोगीभाराचा नियमः–हैड्रोजनसारख्या मौलाच्या एकाच विशिष्ट वजनाशीं संयोग होणाऱ्या दुसऱ्या मौलांचीं, त्यांचा परस्पराशीं संयोग होतांना वजनें घेतल्यास, त्यांचा एकमेकाशीं संयोग, त्या वजनाच्या प्रमाणांत अगर त्या वजनाच्या पूर्णांकाच्या प्रमाणांत होत असल्याचें दिसून येतें. हाच संयोगी भाराचा नियम.

तुल्यभारः-वजनीं ८ भार ऑक्सिजनशीं संयोग होण्यास कोणत्याही मौलाचा वजनीं जो भाग लागतो त्यास, किंवा वजनीं एक भाग हैड्रोजन मिळविण्यासाठीं रासायनिक क्रियेमध्यें त्या मौलाचा वजनीं जो भाग घ्यावा लागतो त्यास, त्या मौलाचा तुल्यभार असें म्हणतात.

गे ल्यूसॅकचा नियमः-जेव्हां दोन वायुरूप पदार्थांत विक्रिया घडून येते तेव्हां, त्यांचे जे भाग विक्रियेंत भाग घेतात ते व विक्रियेमुळें जे वायुरूप पदार्थ बनतात त्यांचे व्याप, पूर्णांकाच्या संख्येंत अगर त्याच्या पूर्णपटींत असल्याचें आढळून येतें.

डॉल्टनचा परमाणू वादः-प्रत्येक मौल अदृश्य अशा सूक्ष्म अविभाज्य कणांचें बनलें आहे; त्याला परमाणू म्हणतात. कोणत्याही मौलाचा प्रत्येक परमाणू एकसारखा असून त्याचे गुणधर्मही त्याच मौलाच्या इतर परमाणूंच्या गुणधर्मांप्रमाणें असतात.

धारणा (Valency):- हैड्रोजनचा घटक असलेल्या कोणत्याही संयुगांतील, त्याच्या एका परमाणूचें उच्चाटन करण्यास दुसऱ्या मौलाचें जेवढे (संख्या) अणू लागतात त्यास, त्या मौलाची धारणा किंवा शक्ति असें म्हणतात. कांहीं मौलें एकशक्तीक, कांहीं द्विशक्तिक व कांहीं त्रिशक्तिक असतात. कांहीं मौलांच्या धारणाशक्ती एकापेक्षां अधिक असूं शकतात.

प्रश्न

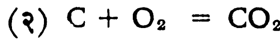
(१) परमाणू व अणू यांतील भेद स्पष्ट करा; खडूच्या सूक्ष्म अविभाज्य कणाला तुम्ही अणू म्हणाल का परमाणू ?

(२) परमाणू-भार म्हणजे काय ? तो ठरविण्यासाठीं कोणत्या मौलाची निवड केली आहे ? व ती काय म्हणून ?

(३) सूत्राचा उपयोग काय ? त्यावरून तुम्हांस कोणत्या गोष्टी कळतात ? एखाद्या संयुगाचें सूत्र घेऊन त्याचा अर्थ स्पष्ट करा.

(४) पुढील समीकरणें कोणती विक्रीया दाखवितात ?

(१) $2H_2 + O_2 = 2H_2O$



(२) $C + O_2 = CO_2$

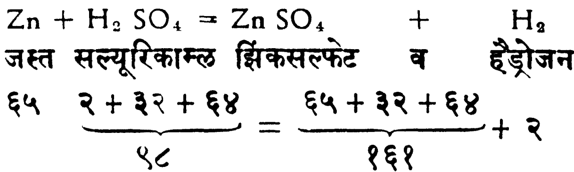


(३) $Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2$

(५) वरील तिसऱ्या समीकरणाच्या सहायानें पुढील उदाहरण सोडवा.

(ब) २५ टन हैड्रोजन मिळविण्यासाठीं किती टन् जस्त व किती टन् सल्फ्यूरिकाम्ल घ्यावें लागेल ?

उत्तरः-आपण पुन्हा एकदां समीकरण मांडून त्याचा अणूभारही खालीं लिहूं.



$Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2$

जस्त सल्यूरिकाम्ल झिंकसल्फेट व हैड्रोजन

६५ $\underbrace{२ + ३२ + ६४}_{९८} = \underbrace{६५ + ३२ + ६४}_{१६१} + २$

हे अणूभार, त्या मौलांचीं व संयुगांचीं वजनांचीं प्रमाणें दाखवितात. अर्थात् २ टन् हैड्रोजन मिळण्यासाठीं ६५ टन् जस्त व ९८ टन् सल्फ्यूरिकाम्ल लागतें. या प्रमाणावरून त्रैराशिकानें पुढीलप्रमाणें उत्तर काढतां येईलः--

(टन है. टन् है. टन् जस्त) =

२ : २५ : : ६५

$\frac{६५ \times २५}{२} = \frac{१६२५}{२} =$ ८१२·५ टन् जस्त

(टन् है. टन् है. सल्फ्यू. म्ल) =

२ : २५ : : ९८"

$\frac{९८ \times २५}{२} = ४९ \times २५ = १२२५$ टन् सल्फ्यूरिकाम्ल.

(६) सूत्रावरून पदार्थाचें अविनाशित्व कसें सिद्ध होतें ?

(७) गुणक प्रमाणाचा नियम सांगून व निरनिराळीं दोन उदाहरणें देऊन त्याचें स्पष्टीकरण करा. हा नियम कोणी बसविला ?

(८) [अ] तुल्यभार म्हणजे काय? पुढील मौलांचे तुल्यभार काय?-फॉस्फरस, तांबें, मॅग्नेशियम्, ऑक्सिजन, जस्त, गंधक.

[ब] तो ठरविण्याच्या दोन रीती कोणत्या? एकीचें वर्णन द्या.

(९) वायुरूप पदार्थांच्या संयोगासंबंधीं गे ल्यूसॅकचा नियम कोणता? त्याची सत्यता पाहण्यास कोणत्या गोष्टीकडे लक्ष्य दिलें पाहिजे? बर्झेलिअसनें या नियमावरून कोणता महत्वाचा शोध लावला?

(१०) डॉल्टनच्या परमाणू-वादाबद्दल थोडी माहिती सांगा.

(११) धारणा म्हणजे काय? पुढील मौलांच्या धारणा तुम्हांस सांगतां येतील काय?

(१) सोडियम्, (२) जस्त, (३) लोखंड, (४) नैट्रोजन्, (५) अॅल्युमिनिम्.



प्रकरण ७ वें

हवेचे मुख्य घटक, त्यांचे सामान्य गुणधर्म

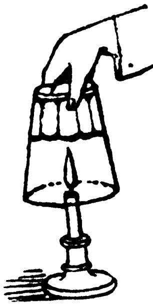
वातावरण

आपल्या या पृथ्वीभोंवती २००।३०० मैल उंचीपर्यंत हवेचें आवरण असल्याचें तुम्हांस माहीत आहेच. जरी तें इतक्या उंचीपर्यंत पसरलें आहे तरी पृथ्वीपासून पांच सहा मैल वर गेल्यावर हें आवरण इतकें विरल होतें कीं, त्या ठिकाणीं धड श्वासोच्छ्वासही करतां येत नाहीं असें आपणांस वैमानिक सांगतात. हें आवरण आपणांस डोळ्यांनीं दिसत नाहीं, त्याला वासही येत नाहीं, किंवा त्याला चवही नाहीं. परंतु हवा जेव्हां वाहूं लागते त्यावेळीं तिचें अस्तित्व आपणांस समजतें.

१८ व्या शतकाच्या अखेरीस ब्लॅक नांवाच्या स्कॉच रसायन-शास्त्रज्ञानें चुन्याची निवळी दुधासारखी पांढरी करणारा वायू शोधून काढला, व थोडीशी चुन्याची निवळी पसरट भांड्यांत हवेवर ठेवली तर दुधासारखी पांढरी होते हें दाखविलें; ही क्रिया होण्यास वेळ लागला खरा, परंतु थोड्या प्रमाणांत कां होईना हा नवीन वायू हवेंत खास असला पाहिजे असें त्यास वाटलें.

हवा हें एक स्वतंत्र मौल नाहीं; तसेंच अनेक मौलांचा संयोग होऊन बनलेला संयुगही नाहीं; तर ती अनेक वायूंचें मिश्रण असून, त्या मिश्रणांतील घटकाचें प्रमाण नेहमीं थोडें फार बदलत असतें. तें किती प्रमाणांत बदलतें हें मागें सांगितलें आहेच. मिश्रण व संयुग यामध्यें जे आणखी कांहीं फरक आहेत ते यथाक्रम तुम्हांस पुढें कळतीलच. परंतु सध्यां तुम्ही एवढेंच लक्ष्यांत ठेवा कीं, ज्या वेळीं दोन मौलें एक-मेकांत नुसतीं मिसळतात, त्या वेळीं उष्णतारूप शक्ति शोषूनही घेतली जात नाहीं. परंतु रासायनिक संयोग होतांना उष्णतारूप शक्ती शोषून घेतली जाते, किंवा बाहेर टाकली जाते.

प्रयोग २९ वा:—टेबलावर मेणबत्ती जळत ठेवून, तिच्या ज्योतीवर स्वच्छ कांचेचा पेला उपडा धरा. पेल्याची बाजू थोडीशी



अंधुक झालेली दिसेल. नंतर पेला सरळ धरून त्यांत थोडीशी चुन्याची निवळी टाका, व पेला जरा जोरानें हलवा. चुन्याच्या निवळीचा रंग आतां तुम्हांला कसा दिसतो ? एक कांचेचा तुकडा ज्योतीवर धरा. पहा त्याचा कांहीं भाग काळा झाला.

आकृति २५.

मेणबत्ती जळतांना हळुहळू ती कमी झाल्यासारखी दिसते खरी; व कांहीं वेळानें तिच्या जागीं कांहींही रहात नाहीं. ती जळतांना थोडासा धूर निघून जातांना दिसतो. हेच ‘ कार्बन ’ या मौलाचे न जळलेले कण. जे कण जळतात, त्यांचा हवेच्या घटकाशीं (ऑक्सिजनशीं) संयोग होऊन, एक नवीन गुणधर्मांचा वायुरूप संयुग तयार होतो व चुन्याची निवळी पांढरी करण्याचा त्याचा गुणधर्म आहे. या वायूला कार्बन–डाय–ऑक्साइड असें म्हणतात. कांचेच्या पेल्याच्या बाजू अंधूक दिसतात, याचें कारण मेणबत्ती जळतांना पाण्याची वाफही बनते. यावरून मेणबत्तीचे घटक (कार्बन व हैड्रोजन) हे हवेंतील ऑक्सिजनशीं वेगवेगळे संयोग पावून, कार्बन-डाय-ऑक्साइड व पाण्याची वाफ हे दोन वेगवेगळ्या गुणधर्मांचे पदार्थ उत्पन्न करतात. मेणबत्ती जळतांना होणारी विक्रिया पुढील समीकरणानें दाखवितां येईल:–



(१) $C. + O_2 = CO_2$

कार्बन + ऑक्सिजन, = कार्बन–डाय–ऑक्साईड



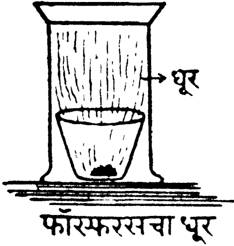
(२) $2H_2 + O_2 = 2\,H_2O$

हैड्रोजन + ऑक्सिजन = पाणी (हैड्रोजन ऑक्साइड)

सारांश मेणबत्ती हवेंत जळतांना खालीलप्रमाणें नवीन संयुग बनतात:–(१) चुन्याची निवळी पांढरी करणारा रंगहीन वायु (कार्बन–

डाय-ऑक्साइड). (२) पाणी. (३) पुष्कळसे न जळलेले कार्बनचे कण हवेंत तसेच निघून जातात.

प्रयोग ३० वा:-फॉस्फरसचें ज्वलन. पिवळ्या फॉस्फरसचा एक तुकडा मागें सांगितल्याप्रमाणें (प्रयोग १२ वा) पाण्यांतच कापून घ्या. नंतर तो गाळण्याच्या कागदावर ठेवून चांगला कोरडा करा. कांचेच्या तुकड्यावर मूस ठेवून तिच्यांत तो तुकडा ठेवा, व त्याला तापलेल्या लोखंडाच्या काडीचा स्पर्श करा, तो पेटल्याबरोबर त्यावर एक नळकांडें उपडें घाला. थोड्या वेळानें तें पांढऱ्या धुरानें भरून गेलेलें तुम्हांस दिसेल. तळच्या कांचेवर तसेच नळकांड्याच्या बाजूवर पांढरे कण बसलेले तुम्हांस दिसतील. फॉस्फरसचें ज्वलन थांबल्यावर तें नळकांडें सरळ करून त्यांत थोडें पाणी घाला, व जोरानें हलवा. तो धूर त्यांत विरघळतो कीं काय तें पहा. त्या विद्रवांत निळा लिटमसचा कागद बुडवा; त्यावर काय परिणाम होतो ?



फॉस्फरसचा धूर

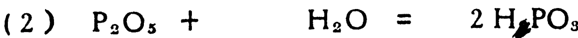
आकृति २६

फॉस्फरस हवेंत जाळला असतां, हवेंतील घटकाशीं (ऑक्सिजन) संयुक्त होऊन, त्यापासून पाण्यांत विरणारा असा एक पांढरा स्थाणुरूप पदार्थ मिळतो. तो पाण्यांत विरतो, व हा विद्रव निळा लिटमसचा कागद तांबडा करतो. फॉस्फरस जळतांना होणारी विक्रिया, किंवा त्यामुळें बनणारा संयुग पाण्यांत विद्रुत होतांना होणाऱ्या विक्रिया पुढील समीकरणानीं दाखवितां येतात.



(1) $4P_4 + 5O_2 = 2P_2O_5$

फॉस्फरस + ऑक्सिजन फॉस्फरस पेंटॉक्साइड

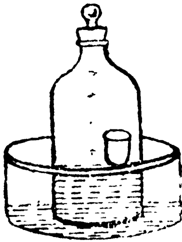


(2) $P_2O_5 + H_2O = 2H_3PO_3$

फॉस्फरस पेंटॉक्साइड पाणी फॉस्फरिकाम्ल मिळतें.

हेंच फॉस्फरिकाम्ल निळया लिटमसचा कागद तांबडा करतें.

प्रयोग ३१ वा:-कोंडलेल्या हवेंत फॉस्फरस जाळला असतां होणारे फेरफार तपासणें:-एका पसरट चिनी मातीच्या पातेल्यांत



आकृति २७

त्याच्या निम्यापेक्षां अधिक पाणी घ्या. पाण्यावर एक लहानशी बशी तरंगत ठेवा. पूर्वीप्रमाणेंच एक फॉस्फरसचा तुकडा कापून घेऊन व गाळणीच्या कागदावर सुकवून, चिमट्यानें या बशींत ठेवा. नंतर त्या बशीवर हंडी (हंडीच्या आकाराचें कांचपत्र Bell-jar) ठेवून तिच्यांतील व बाहेरच्या पातेल्यांतील पाण्याची पातळी एकच आहे का नाहीं तें पहा. नंतर लोखंडाच्या सळईचें टोक तापवून तिचा फॉस्फरसला किंचित् स्पर्श करा, व झटकन् हंडीला घट्ट बूच बसवा. फॉस्फरस जळत असतांना काच कोणत्या रंगाच्या धुरानें भरून जाते ?

ज्वलन थांबून हंडी थंड होत असतां तो धूर आहे तसाच राहतो काय ? जर तो कमी कमी होत असेल, तर काय म्हणून ? कमी होत असतांना हंडींतील पाण्याची पातळी, सामान्य पातळीपेक्षां वर चढते काय ? चढत असल्यास किती ती मोजा. ती मोजल्यावर, जाळणीवर (Deflagrating spoon) एक पेटलेल्या मेणबत्तीचा तुकडा ठेवून ती या हंडीत सोडा. ती जळत राहते कां विझते ? विझत असल्यास कां ?

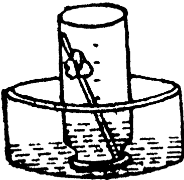
हा प्रयोग केल्यावर आपणांस कांहीं नव्या गोष्टी कळतात. जळतांना फॉस्फरस हवेच्या एका घटकाबरोबर (ऑक्सिजन) संयुक्त होतो, व नवीन बनलेला संयुग पाण्यांत विरतो, वगैरे गोष्टी आपणांस प्रयोगावरून कळल्या आहेत. हंडींतील पाण्याची पातळी चढते व संबंध मागील पात्राच्या उंचीशीं तिची तुलना केली तर ती $\frac{1}{5}$ भरते. कारण या नवीन बनलेल्या संयुगाच्या पाण्यांत विरण्यानें, हंडींतील हवेचा दाब बाहेरच्या हवेच्या दाबापेक्षां कमी होतो. त्यामुळें हंडींत पाणी वर चढतें. हवेचा

जेवढा व्याप फॉस्फरसशीं संयुक्त झाला, तेवढ्याच व्यापाचें पाणी हंडीत वर चढलें. मागें राहिलेल्या हवेंत जळती मेणबत्ती सोडली असतां ती विझली. यावरून हवेंत ज्वलनास मदत करणारा फक्त $\frac{1}{5}$ भाग (व्याप) आहे असें सिद्ध होतें. अर्थात् बाकीचा भाग ($\frac{4}{5}$ व्याप) ज्वलनास मदत करणारा नाहीं हें आपणास सहज समजतें. या निष्क्रिय (Inactive) भागास नैट्रोजन असें नांव आहे.

प्रयोग ३२ वा:-फॉस्फरसचा तुकडा नुसता हवेंत उघडा ठेवून काय होतें ते पाहणें:-पूर्वीप्रमाणेंच फॉस्फरसचा वाटाण्याएवढा तुकडा पाण्याखालीं कापून घ्या. तो गाळणीच्या कागदावर कोरडा करून, काचेच्या लहान बशींत ठेवून, ती पातेल्यांतील पाण्यावर ठेवा व त्यावर हंडी झाकण घाला. (आ. २७ पहा) या खेपेस फॉस्फरस तापलेल्या लोखंडाच्या सळईनें न पेटवितां, तसेंच हंडीला घट्ट बूच बसवा; व आतां त्यावर कोंडलेल्या हवेचें काय कार्य होतें तें पहा. पूर्वीप्रमाणेंच पांढरा धूर निघतो काय? पूर्वींच्या व आतांच्या प्रयोगांत फरक कोठें आहे? दुसऱ्या दिवशीं हंडींतील पाण्याच्या पातळींत काय फरक पडतो तें पहा. हंडींत शिल्लक राहिलेल्या हवेंत जळती मेणबत्ती सोडा. ती विझते काय? हंडींतील पाण्यांत निळ्या लिटमसचा कागद टाका. तो तांबडा होतो काय?

याप्रमाणें फॉस्फरसचें ज्वलन होतांना ज्या प्रकारचें रासायनिक कार्य घडून येतें, त्याच प्रकारचें रासायनिक कार्य आतांही घडून येतें. पहिलें कांहीं मिनिटांत पुरें होतें, व याला अधिक वेळ लागतो.

प्रयोग ३३ वा-लोखंड गंजतांना होणारा फेरफार तपासणें. ३२ व्या प्रयोगाप्रमाणें, पाण्यानें भरलेल्या पातेल्यांत हंडी उपडी ठेवा. एका कांचेच्या सळईला लोखंडाच्या किसाची मलमलीची पुरचंडी बांधून व ती ओली करून, आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें हंडी खालीं ठेवा, व तिला घट्ट बूच बसवा. तीन चार दिवस ही पुरचंडी तशीच त्या ठिकाणीं राहूं द्या. चार दिवसानीं



आकृति २८

तुम्हास काय अढळून येतें ? हंडींतील पाण्याची उंची, पाण्याच्या सामान्य उंचीपेक्षां चढते काय ? असल्यास किती ?

मागील दोन्ही प्रयोगांत ज्याप्रमाणें पात्रांतील पाण्याची उंची चढते व ती मोजली असतां पात्रांतील व्यापाच्या $\frac{1}{5}$ भरते, त्याप्रमाणें याही प्रयोगांत घडून येतें. पुरचंडींतील लोखंडावर तांबूस रंगाचा बुरा जमलेला दिसतो. याच बुऱ्याला लोखंडाचा गंज असें म्हणतात. पूर्वींप्रमाणेंच लोखंडसुद्धां गंजतांना हवेंतील $\frac{1}{5}$ भागाशीं संयुक्त होतें. लोखंडाचा गंज हा नवीन गुणधर्माचा पदार्थ तयार होतो. मागें राहिलेल्या हवेंत जळती मेणबत्ती सोडली तर विझते, कारण पात्रांत शिल्लक राहिलेली हवा ज्वलनास मदत करणारी नसते. फॉस्फरस जाळल्यानें हवेवर जें परिणाम घडून आले, तसेच परिणाम लोखंड जळतांना किंवा फॉस्फरस नुसता हवेंत उघडा ठेविल्यानेंही घडून आलें. फक्त पहिली क्रिया जलद घडून आली व या दोन क्रियांना वेळ लागला इतकेंच; परंतु या विक्रियेंतसुद्धां हवेचा $\frac{1}{5}$ भाग उपयोगांत आला.

लोखंड गंजूं न देण्यास उपायः–

पाण्याच्या व हवेच्या संसर्गानें (दमट हवेंत) लोखंड गंजतें. तें याप्रमाणें गंजू न देण्यास, त्याचा पाण्याशीं व हवेशीं संबंध पोहोचूं देतां कामा नये. वस्तारे, कात्र्या, चिमटे व शस्त्रक्रिया करण्यास लागणारीं हत्यारें इ०, लोखंडी किंवा पोलादी सामानास व्हॅसलिन लावून ठेवतात. त्यामुळें हवा अगर पाणी या दोहोचेंही कार्य त्यावर होत नाहीं. इतर लोखंडी सामानाला–पाळणे, पलंग, खुर्च्या इ०–व्हार्निश किंवा रंग लावतात. मोठाले लोखंडी पत्रे, जस्त किंवा कथील यांच्या द्रवांत बुडवून, त्यावर या द्रवांचा पातळ थर चढवितात. कारण जस्त किंवा लोखंड हवेंत गंजत नाहीं. जस्ताच्या द्रवांत बुडवून तयार केलेल्या लोखंडी पत्र्यास 'गॅल्व्हनइज्ड' लोखंडाचे पत्रे असें म्हणतात.

ज्वलनानंतर मागें राहिलेल्या हवेसंबंधीं:–

तुम्ही पाहिलें आहेच कीं जळती मेणबत्ती अगर काडी या मागें राहिलेल्या हवेंत सोडली तर विझते; यावरून ही हवा ज्वलनास मदत करीत नसल्याचें तुम्हास दिसून येईल. एखादा उंदरासारखा प्राणी या

हवेंत ठेवला, तर तो गुदमरत असल्याचें आढळून येतें. म्हणजे ही हवा प्राण्याच्या जीवधारणेसही योग्य नाहीं असे दिसतें. या हवेला नैट्रोजन असें म्हणतात; कारण नैटर या पदार्थाचा हा महत्वाचा घटक आहे. याच्या निष्क्रिय गुणधर्मामुळें या वायूला 'निष्क्रिय हवा' असेंही म्हणतात. याप्रमाणें हवेंत $\frac{1}{5}$ भाग ऑक्सिजन असून बाकी उरलेला $\frac{4}{5}$ भाग शुद्ध नैट्रोजन असावा असें पूर्वी समजलें जाई. परंतु हवेंत पाण्याची वाफ व कार्बन–डाय–ऑक्साइड वायु असे आणखी दोन घटक असतात. कारण सूर्याच्या उष्णतेमुळें–नद्या, विहिरी, तळीं, समुद्र इत्यादी–पाण्याच्या साठ्यापासून वाफ बनत असते, व हवेंत मिसळते; लाकूड, कोळसा, तेलें इत्यादि जाळल्यामुळें कार्बन–डाय–ऑक्साइड वायू उत्पन्न होतो, तसाच तो प्राण्याच्या उच्छ्वासाबरोब ही बाहेर पडतो व हवेंत मिसळतो. शिवाय अलिकडे अत्यंत सूक्ष्म प्रमाणांत ॲरगॉनसारखे इतरही कांहीं वायू हवेंत असल्याचें आढळून आलें आहे. ते नैट्रोजन-पेक्षांही निष्क्रिय असल्यामुळें त्यांचें हवेंमधील अस्तित्व शास्त्रज्ञांना कळून आलें नव्हतें. पुढील कोष्टकावरून कोरड्या हवेंतील वायूचें व्यापविशिष्ट शेकडावारी प्रमाण काय आहे तें कळून येईल.

ऑक्सिजन......ज्वलनास मदत करणारा वायु......२१

नट्रोजन्........निष्क्रिय वायु...................७८·०३

अरगॉन् ,,	·९४.
कॉर्बन–डाय–ऑक्साइड, चुन्याची निवळी पांढरी करणारा वायु	·०३.

सामान्य हवेंत वरील प्रमाण बव्हंशीं कायम असल्याचें दिसून येतें. खाणीच्या आसपास तसेंच दाट वस्तीच्या शहरांत, ऑक्सिजनचें प्रमाण १८·६ इतकें खालीं उतरल्याचें दिसून येतें. परंतु यापेक्षां मात्र या वायूचें प्रमाण कमी असल्याचें आढळून येत नाहीं. खुल्या मैदानांत, किंवा शेतामध्यें दिवसा हें प्रमाण जास्तींत जास्त २१ इतकें असल्याचें आढळतें

हवेमध्यें कार्बन–डाय–ऑक्साइडचें प्रयाण ·०३ ते ·०२७ एवढें असतें. रात्रीं हें प्रमाण दिवसापेक्षां थोडेसें अधिक होतें. दाट

वस्तीच्या शहरांत हें प्रमाण ·०१ नें वाढत असल्याचें दिसतें. मोकळी हवा खेळण्यास ज्या खोल्यांना खिडक्या वगैरे नसतात, अशा ठिकाणीं या वायूचें प्रमाण बरेंच मोठें राहतें, व तेवढ्या प्रमाणांत तेथला ऑक्सिजन कमी होतो. कार्बन–डाय–ऑक्साइड हा वायु विषारी नव्हे. परंतु ज्या हवेंत त्याचें प्रमाण अधिक होतें ती श्वासोच्छ्वासास अयोग्य होते. या हवेंत माणसांना गुदमरल्यासारखें वाटतें; याचें कारण ऑक्सि-जनचा अभाव हें होय.

हवेमध्यें अदृश्य स्वरूपांत पाण्याच्या वाफेचें प्रमाण नेहमीं एकच असतें असें नाहीं. पावसाळ्यांत हें प्रमाण फार वाढतें, व योग्य परिस्थि-तींत दंव, धुकें, ढग, दहिंवर, पाऊस अशा नानाप्रकारच्या रूपांनीं ती दृश्य होते. ओझोन–ऑक्सिजनचें एक अनेकरूप–खुल्या हवेंत तसेंच समुद्रावरच्याही हवेंत सूक्ष्म प्रमाणांत आढळतो. इतरत्र शहरच्या हवेंत मात्र हा आढळत नाहीं.

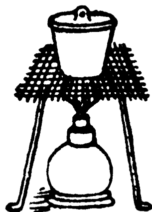
हवेचे ऑक्सिजनखेरीज आणखी दुसरे घटक असल्याचें वर सांगितलें आहे. त्यापैकीं प्रत्येकाचा प्राणीमात्राच्या जीवनास उपयोग आहे. कार्बन-डाय-ऑक्साइडपासून वनस्पतींना कार्बन मिळतो. पाण्याची वाफ हवेंत साचली नसती तर आपणास पाऊस कसा मिळता ? नैट्रोजनचे जरी इतर कांहीं गुणधर्म नसले तरी हवेमध्यें ऑक्सिजनची तीव्रता कमी करण्याकडे त्याचा उपयोग होतो. शिवाय सृष्टीच्या घडामोडींतही याचा अतीशय उपयोग आहे. हा ज्वलनाला मदत करीत नाहीं, किंवा मोलाशीं क्वचितच संयोग पावतो, म्हणून याला निष्क्रिय म्हटलें एवढेंच; जीव-धारणेला, ऑक्सिजन एवढेंच याचेंही महत्व आहे. आपल्या शरीरांतील रक्त व मांस बहुतेक नैट्रोजनपासून तयार झालें आहे. शरीरांत उत्पन्न होणारे अशुद्ध भाग ज्याप्रमाणें ऑक्सिजनच्या योगानें जळून जातात, त्याप्रमाणें नैट्रोजन शुद्ध झालेल्या भागाला, वाढीला लावण्यास मदत करतो. प्राण्यापैकीं पुष्कळांना नैट्रोजनचा प्रत्यक्ष उपयोग करून घेतां येत नाहीं; अप्रत्यक्षपणें मांस, मासे, डाळी व दूध अशासारख्या पदार्थां-मधून त्यांना तो मिळूं शकतो. वनस्पतीची वाढसुद्धां यावरच अवलंबून असली तरी तो त्यांना अप्रत्यक्षपणें (खतापासून) मिळवावा लागतो.

कांहीं जमीनींमध्यें सोडीयम नैट्रेट, किंवा पोटॅशिअम् नैट्रेट, हीं लवणें विखुरलेलीं असतात. तसें नसल्यास गांवांतील केरकचरा-नासके कुजके खाण्याचे पदार्थ, गुरांचें मलमूत्र, जनावरांच्या कुजलेल्या हाडामासांचे अवशेष-पेरणी करण्यापूर्वी जमिनीवर नेऊन पसरतात. कारण यामध्यें वनस्पतीच्या वाढीला लागणारे नैट्रोजनचे संयुग असतात. बाजारांत मिळणारीं खतेंही आणून, तीं लागवडीच्या जमीनीवर पसरतात. पाऊस पडला म्हणजे हीं जमीनींतील मातीशीं मिसळतात व पाण्यामध्यें विरघळतात. वनस्पतीच्या मुळ्या पाणी शोषून घेतांना त्याबरोबर हीं लवणें (नैट्रेट्स) शोषून घेतात. दरवर्षी नव्या लागवडीच्या वेळीं नव्या खताचा पुरवठा करावा लागतो.

तूर, वाटाणा यासारख्या थोड्या वनस्पती आपल्या वाढीसाठीं हवेंतील नैट्रोजन प्रत्यक्षपणें घेऊं शकतात. त्यांच्या मुळांजवळ विशिष्ट-प्रकारच्या जंतूंचीं सूक्ष्म घरटीं असतात, यांत राहणारे जंतू हवेंतील नैट्रोजन घेऊन खताला जरूर असणाऱ्या संयुगामध्यें त्याचें रूपांतर करतात; वनस्पती आपल्या वाढीसाठीं या संयुगाचा उपयोग करून घेतात. मनुष्याला लागणारा नैट्रोजन या वनस्पतींपासून मिळणाऱ्या डाळीसारख्या पदार्थांपासूनच मिळतो. वनस्पती उपटून टाकल्यावर जीं मुळें जमीनींत राहतात, त्यांच्या घरट्यांतील जंतू नैट्रोजनचे संयुग बनविण्याचें कार्य चालू ठेवतात. दुसऱ्या प्रकारचेही जंतू जमीनींत आहेत; ते कुजलेल्या पदार्थांतून नैट्रोजन वेगळा करून परत हवेंत नेऊन सोडतात.

प्रयोग ३४ वा:- ज्वलनामुळें पदार्थांच्या (मॅग्नेशिअम्) वजनांत वाढ होते हें दाखविणें:- झांकणासह एक लहानशी मूस घ्या. ती धुऊन स्वच्छ करा; व कोरडी करण्यासाठीं थोडा वेळ स्पिरिटच्या दिव्यावर धरा. चांगली कोरडी झाल्यावर तिला थंड होऊं द्या. तिचें रासायनिक तराजूवर (Chemical Balance) काळजीपूर्वक वजन करा. मॅग्नेशिअम् धातूचा सुमारें पांच सहा इंच लांबीचा तुकडा तींत घालून पुन्हां तिचें वजन करा. यावरून किती वजनाची मॅग्नेशिअम धातू तुम्ही प्रयोगाठीं घेतली तें तुम्हास कळून येईल.

आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें मूस तिपाईवरील त्रिकोणावर ठेऊन स्पिरिटच्या दिव्यावर खूप तापवा. मॅग्नेशिअमच्या संपूर्ण ज्वलनास हवा मिळण्यासाठीं मधून मधून झाकणी थोडीशी चिमट्यानें वर उचला. परंतु असें करतांना ज्वलनामुळें मुशींत उत्पन्न होणारा धूर बिलकुल बाहेर न जाईल अशी काळजी घ्या. याप्रमाणें मॅग्नेशिअमचें ज्वलनपूर्ण झाल्यावर मुशीला आपोआप थंड होऊं द्या. तिचें आतां परत वजन करा. वजनांत कांहीं वाढ झाली कां नाहीं तें पहा.


आकृति २९

पुन्हां एकदा १०।५ मिनिटें मूस सपाटून तापवून सावकाश थंड करा. नंतर तिचें फिरून वजन करा. याप्रमाणें तापविण्याची व थंड करून वजन करण्याची क्रिया वजनांत बदल न येईपर्यंत चालू ठेवा. कायम झालेलें वजन टिपून ठेवा. तुम्ही घेतलेल्या वजनाची पुढील-प्रमाणें नोंद करा.

(१) झाकणीसह मुशीचें वजन	अ	ग्रॅम्.
(२) झाकणीसह मूस व मॅग्नेशिअमचें वजन	ब	,,
(३) नुसत्या मॅग्नेशिअमचें वजन	(ब–अ) ड	ग्रॅम्.
(४) तापविल्यानंतर आंतील पदार्थासह मुशीचें वजन (शेवटीं कायम झालेलें)	क	,,
(५) आंत नवीन बनलेल्या पदार्थाचें वजन	(क–अ) प	,,
(६) मॅग्नेशिअमच्या वजनांत झालेली वाढ	(प–ड) फ	,,

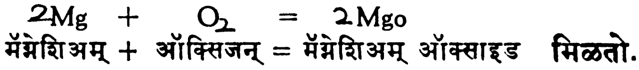
यावरून तुम्हास १०० ग्रॅम् मॅग्नेशिअम तापविला असतां त्याच्या वजनांत किती वाढ होते हें त्रैराशिकानें काढतां येईल:—

ग्रॅम मॅग्ने. ग्रॅम ग्रॅम वाढ

$$ड : १०० :: फ = \frac{१००\times फ}{ड}$$

इतकी वाढ झाल्याचें तुम्हांस सहज दाखवितां येईल. काळजीपूर्वक प्रयोग झाला असल्यास ही वाढ शेकडा ६६ ग्रॅम भरली पाहिजे.

मॅग्नेशिअमच्या ज्वलनक्रियेंत होणारी विक्रिया पुढील समीकरणानें दाखवितां येतेः—



$$2Mg + O_2 = 2MgO$$

मॅग्नेशिअम् + ऑक्सिजन् = मॅग्नेशिअम् ऑक्साइड **मिळतो.**

याप्रमाणें निरनिराळ्या पदार्थांचें हवेंत ज्वलन करून, किंवा दुसऱ्या कांहींचा हवेशीं नुसता संपर्क आणून, आपणांस असें दिसून आलें कीं त्यामुळें कोंडलेल्या हवेंतील $\frac{1}{5}$ भाग (क्रियाशील) मूळ पदार्थांच्या घटकाशीं संयुक्त होतो, व त्यामुळें त्यांच्या वजनांत वाढ होते; व बाकीचा $\frac{4}{5}$ भाग (निष्क्रिय नैट्रोजन) शिल्लक राहतो.

ज्वलनानें अगर नुसत्या संपर्कानें (लोखंडाचें गंजणें) पदार्थांवर होणाऱ्या रासायनिक कार्याचें स्वरूप एकच आहे. गंजण्याच्या क्रियेंत हें कार्य सावकाश घडत असतें, व ज्वलनाच्या क्रियेंत तें जलद घडतें एवढेंच. नुसत्या हवेच्या संपर्कानें सर्वच पदार्थांवर किंवा मौलांवर हें रासायनिक कार्य होतेंच असें नाहीं. फॉस्फरससारखीं क्रियाशील मौलें फारच थोडीं; जवळ जवळ नाहींत असें म्हटलें तरी चालेल. लोखंडसुद्धां हवेंत दमटपणा असला तरच गंजतें, नाहीं तर त्यावरसुद्धां हवेचें फारसें कार्य होत नाहीं. बरेच पदार्थ अगर मौलें तापविल्यावर, अगर जीं जळतात तीं जाळल्यावर, हवेंतील या क्रियाशील घटकाशीं—ऑक्सिजन्—संयोग पावून त्यांचा संयुग बनतो. या नवीन संयुगास त्या मौलाचा अगर तो पदार्थ ज्या मौलाचा बनला असेल त्या प्रत्येक मौलाचा 'ऑक्साइड' असें म्हणतात, व तो तयार होतांना जी रासायनिक क्रिया होते त्यास 'ऑक्सिडेशन्' असें म्हणतात. सोनें, चांदी, प्लॅटिनम् वगैरे कांहीं मौलांवर, ते कितीही तापविले तरी हवेचें कांहींच कार्य घडत नाहीं. अशा मौलास 'उत्तम' (Noble) धातू असें म्हणतात.

प्रयोग ३५ वाः–एका मुशींत थोडासा तांब्याचा कीस घेऊन, तो खूप तापवा. पहा तो काळा पडला; कशामुळें? तो असा तापलेला असतांनाच त्यावर स्पिरिट ओता. काय फरक होतो तो काळजीपूर्वक पहा. काळ्या झालेल्या तांब्याच्या किसाला फिरून तांबडा रंग कां आला?

तांब्याचा कीस हवेंत तापविल्याबरोबर त्याचा व ऑक्सिजनचा संयोग होऊन तांब्याचा ऑक्साइड बनला. यावर स्पिरिट टाकल्याबरोबर त्याचे घटक (कार्बन व हैड्रोजन) यांचा तांब्याच्या ऑक्साइडमधील ऑक्सिजनशीं संयुक्त होऊन, मूळचें तांबें परत मिळालें. याप्रमाणें ऑक्साइडपासून ऑक्सिजन वेगळा करण्याच्या रीतीस 'रिडक्शन (हरणक्रिया) असें म्हणतात. जो पदार्थ याप्रमाणें ऑक्साइडमधून ऑक्सिजन् काढून घेतो, त्यास 'हारक' (Reducing agent) असें म्हणतात. येथें एक गोष्ट लक्ष्यांत ठेवली पाहिजे ती ही कीं, एका पदार्थापासून ऑक्सिजन् काढून घेतला, म्हणजे तो सहजच दुसऱ्या पदार्थाशीं संयोग पावतो; व त्या दुसऱ्या पदार्थाचें ऑक्सिडेशन् होतें. वरील क्रियेंत हैड्रोजन् व कार्बन या दोहोंचें ऑक्सिडेशन् झालें; व तांब्याचें रिडक्शन झालें; रिडक्शन व ऑक्सिडेशन् या दोन्ही क्रिया एकाच वेळीं घडतात असें दिसून येईल. या हरणक्रियेचीं दुसरीं पुष्कळ उदाहरणें आहेत; तीं ज्या त्या ठिकाणीं तुम्हांस दिसून येतीलच.

या प्रकरणांतील महत्वाच्या गोष्टींचा सारांश

(१) पृथ्वीच्या भोंवती, २००।३०० मैलपर्यंत हवेचें आवरण आहे.

२) मेणबत्ती जळते तेव्हां पाण्याची वाफ व चुन्याची निवळी पांढरी करणारा वायु तयार होतो.

(३) ज्वलनाला हवेची जरूरी आहे.

(४) हवेचा $\frac{1}{5}$ भाग (व्यापी) ज्वलनास मदत करतो, व बाकीचा $\frac{4}{5}$ भाग निष्क्रिय असतो. या क्रियाशील भागास (घटक) ऑक्सिजन् असें म्हणतात.

(५) लोखंडाचा गंज म्हणजे 'आयर्न ऑक्साइड' होय.

(६) फॉस्फरस कोंडलेल्या हवेंत जाळला किंवा उघडा ठेवला तर हवेच्या व्यापीं $\frac{1}{5}$ भागाशीं संयुक्त होतो; व 'फॉस्फरस पेंटाक्साईड' बनतो. हा पाण्यांत थोड्या वेळांत विद्रुत होतो; या विद्रवास फॉस्फरिकाम्ल असें म्हणतात.

(७) हवेचे मुख्य घटकः- (१) ऑक्सिजन्, नैट्रोजन्, कॉर्बन-डाय-ऑक्साइड, पाण्याची वाफ, ओझोन्, ॲरगॉन इ. यांपैकीं प्रत्येकाचा प्राणिमात्रास उपयोग आहे.

१ ऑक्सिजनः-	(१) प्राणीसृष्टी व वनस्पतीसृष्टी यांच्या श्वासोच्छ्वासास, २ ज्वलनास उपयोगी (२१)
२ नैट्रोजनः-	(२) मानवी शरीरांतील रक्त, मांस यांच्या वाढीस मदत करण्यास, कृत्रिम रीत्या खतें तयार करण्यास उपयोगी (७८०·३)
३ कॉर्बन-डाय-ऑक्साइडः--	(३) वनस्पतींना कार्बनचा पुरवठा करणेस उपयोगी (·०३)
४ पाण्याची वाफः-	कातडी मऊ ठेवण्यास, पावसाच्या रूपानें पृथ्वीवर जल (पाणी) देण्यास उपयोगी. (हें प्रमाण मात्र कायम नसतें.

(८) ज्वलनक्रियेंत जळणाऱ्या पदार्थाच्या वजनांत वाढ होते. (जर त्यापासून उत्पन्न झालेले पदार्थ हवेंत जाऊं न दिले तर.)

(९) पदार्थाच्या घटकाच्या किंवा मौलाच्या ऑक्सिजन बरोबर होणाऱ्या संयोगास ऑक्सिडेशन् असें व या बनलेल्या संयुगास ऑक्साइड असें म्हणतात.

(१०) ऑक्सॉइडपासून ऑक्सिजन् वेगळा करण्यच्या रीतीस (Reduction) रिडक्शन् (हरणक्रिया) व ही विक्रिया बनवून आणणाऱ्या पदार्थास रिड्यूसिंग एजंट (हारक) असें म्हणतात.

प्रश्न

(१) हवेचे मुख्य घटक कोणते ? (१९२९ मुं. वि. वि.)

(२) हवेमध्यें त्यांचें अस्तित्व सिद्ध करण्यास तुम्ही कोणते प्रयोग कराल ? त्यांचीं थोडक्यांत वर्णनें द्या. (१९२६;२९)

(३) हवेमध्यें नैट्रोजन का मिसळला आहे ? जर तो तसा मिसळला नसता तर काय परिणाम झाला असता ?

(४) हवेमध्यें पाण्याची वाफ आहे हें तुम्ही ज्या प्रयोगानें सिद्ध कराल त्याचें थोडक्यांत वर्णन द्या. (१९२० मुं. वि. वि.)

(५) हवा ही अनेक वायूंचें मिश्रण आहे हें तुम्ही कोणते प्रयोग करून सिद्ध कराल ?

उत्तर:– (१) चुन्याची निवळी उथळ बशींत घेऊन हवेवर उघडी ठेवली तर दुधाप्रमाणें पांढरी होते; यावरून चुन्याची निवळी पांढरी करणारा वायु असावा.

(२) थंडीच्या दिवसांत सकाळीं आपण उछ्वासांत जी हवा बाहेर सोडतों, ती एका कांचेच्या तुकड्यावर धरली तर, ती कांच अंधुक झालेली दिसते. यावरून हवेंत अदृश्य स्थितींत वाफ असावी असें दिसून येतें. एका स्वच्छ कांचेच्या प्याल्यांत बर्फाचे तुकडे ठेवल्यास त्याच्या बाहेरील बाजूस पाण्याचे थेंब दिसूं लागतात. हवा जेव्हां बाहेरील थंड पृष्ठभागाजवळ येते तेव्हां थंड होऊन, त्यांतील अदृश्य पाण्याची वाफ पाण्याच्या थेंबाच्या रूपानें दृश्य रूप धारण करते. हवेंतील वाफ दंव, दहिंवर या रूपानेंसुद्धां दृश्य होते.

(३) कोंडलेल्या हवेंत पिवळा फॉस्फरस जाळून हवेच्या दोन घटकांचें अस्तित्व दाखवितां येतें. ज्वलनास मदत करणारा वायु तो

ऑक्सिजन्, व निष्क्रिय वायु तो नैट्रोजन होय.

(६) प्राणी व वनस्पति या दोहोंनाही हवेचे घटक इतक्या उपयोगाचे कसे आहेत ते दाखवा. (१९२९ मुं. वि. वि.)

(७) प्राणीमात्र व वनस्पति, कार्बन्-डाय-ऑक्साइड वायु, एवढ्या मोठ्या प्रमाणांत सोडत असून, हवेमध्यें त्याचें प्रमाण कां वाढत नाहीं ?

(८) रात्रीच्या वेळीं झाडाखालीं निजूं नये असें कां म्हणतात ?

(९) नैट्रोजन हा निष्क्रिय वायु आहे. हवेमध्यें शेंकडा ७८ भाग हा वायु असून तिजमध्यें ज्वलनास मदत करण्याचें सामर्थ्य कां आहे ? (१९२५ मुं. वि. वि.)

(१०) प्राणी आणि वनस्पती हवेचा उपयोग कसा करतात ? श्वासोच्छ्वास म्हणजे काय ? त्यांत कोणती ती विक्रिया होते ?

(११) तांब्याचा कीस हवेंत तापविला म्हणजे कोणता फरक घडून येतो. या क्रियेस रसायनशास्त्रांत काय नांव आहे ? या तापलेल्या किसावर स्पिरिट टाकलें तर काय कार्य घडतें ?

(१२) लोखंडावर हवेचें कार्य केव्हां होतें ? त्यास काय म्हणतात ? लोखंड गंजूं नये म्हणून कोणता उपाय अमलांत आणतात ?

(१३) हवा ही निरनिराळ्या वायूंचें मिश्रण आहे का संयुग ? कारणें द्या.

उत्तर:– *खालील कारणांमुळें हवा ही मिश्रण आहे असें दिसून येईल.* (१९२३, २६, ३१ मुं. वि. वि..)

(१) संयुगांतील घटकाचें प्रमाण नित्य असतें, अगदी सूक्ष्म प्रमाणांतसुद्धां बदलत नाहीं; दाट वस्तीच्या तसेच गिरण्यांच्या शहरांत हवेमधील ऑक्सिजनचें प्रमाण खुल्या मैदानावरील शुद्ध हवेतील प्रमाणपेक्षां बरेंच कमी आढळून येतें.

(२) जेव्हां संयुग बनतो तेव्हां उष्णता उत्पन्न तरी होते किंवा शोषली तरी जाते, आणि थोडासा व्यापांतही कमी अधिक बदल होतो, नेट्रोजन व ऑक्सिजन हवेंत ज्या प्रमाणांत आहेत, त्या प्रमाणांत ते मिसळले तर व्यापांत बदल होत नाहीं व उष्णता उत्पन्न होत नाहीं, अगर शोषली जात नाहीं.

(३) संयुगाचे गुणधर्म, तो ज्या मौलांचा बनलेला असतो, त्याच्या गुणधर्मांहून फार भिन्न असतात, परंतु मिश्रणामध्यें, त्याच्या घटकाचे गुणधर्म तसेच राहतात. ऑक्सिजनप्रमाणें हवा ही ज्वलनास मदत करते; फक्त नैट्रोजनमुळें ज्वलनाची तीव्रता कमी होते.

(४) अतीशय थंडी लावून व प्रचंड दाब घालून हवा थंड केली व तिला पुन्हा वाफरूं दिली म्हणजे, प्रथम नैट्रोजन निघून जातो, व मागें राहिलेल्या द्रवांत ऑक्सिजनचें प्रमाण अधिक आढळतें. संयुगाचें बाष्पीभवन एकजिनसी होतें.

(५) संयुग एकजिनसी (As a whole) द्रवांत विरघळतो. हवा, हा संयुग असता तर तीही एकजिनसी त्याप्रमाणें पाण्यांत विरघळती. म्हणून पाण्यांतील हवेच्या घटकाचें प्रमाण व बाहेरच्या हवेच्या घटकाचें प्रमाण एकच आढळून आलें असतें; परंतु तसें आढळून येत नाहीं.

———

प्रकरण ८ वें

ऑक्सिजन्

प्रीस्टले, शील, लव्हॉयजे यांचे शोध

(१) जोसेफ प्रीस्टले Josheph Priestley (१७३३–१८०४)

लीड्स (इंग्लंड) शहराजवळ फील्डहेड् नांवाचें एक खेडेगांव आहे; तेथें जोसेफ प्रीस्टले या प्रसिद्ध शास्त्रज्ञाचा इ. स. १७३३ मध्यें जन्म झाला. याच्या घरची फार गरिबी होती. शाळेंत शिकत असतांना त्याचा भाषाविषयाकडे फार ओढा असे; पुढें डेव्हेंट्री येथील धार्मिक शाळेंत त्यानें आपलें नांव दाखल केलें. हा शिक्षणक्रम पुरा झाल्यावर त्यानें चर्चमध्यें धर्मोपदेशकाचा पेशा पत्करला; परंतु शाळेंत शिक्षक व्हावें असें वाटल्यानें त्यानें चर्चकडील आपल्या नोकरीचा राजिनामा दिला. तरी सुद्धां, केव्हां केव्हां तो चर्चमध्यें जाऊन लोकांना उपदेश करी.

शाळेंत काम करीत असतांना कांहीं दिवसांनीं त्याला प्रायोगिक शास्त्राची आवड उत्पन्न झाली. त्यानें शास्त्रांच्या निरनिराळ्या विभागांत शोध लावले असले तरी, रसायनशास्त्रांत वायुसंशोधनाचें जें कार्य त्यानें केलें, त्यामुळें त्याचें नांव अजरामर झालें आहे. पसरट पातेल्यांत (Pneumatic trough) पाणी घेऊन, आधारणीवर (Bee-hive-shelf) पाण्यानें भरलेलें कांचेचें नळकांडें उपडें धरून कोणताही वायु कसा जमा करावा हें शास्त्रज्ञांना त्यानें प्रथम शिकविलें.

प्रीस्टले यानें हवेच्या सान्निध्यांत, १०।१२ दिवसपर्यंत उत्कलन-बिंदूपेक्षां उष्णमान थोडेंसें कमी ठेवून, पारा तापत ठेवला, व शेवटीं पाऱ्याच्या पृष्ठभागावर, जमा झालेलें तांबडें भस्म गोळा केलें, व त्याच्या पृष्ठभागावर, हवा कोंडलेल्या हंडीच्या आकाराच्या उभट पात्राखालीं, एका लहान बशींत तें भस्म ठेविलें. एक फूट व्यासाच्या बहिर्गोल भिंगाच्या साहाय्यानें, या तांबूस भस्मावर सूर्याचे किरण केंद्रीभूत करून तें खूप तापविलें. कांहीं वेळानें त्यानें पात्रांतील हवेची, त्यांत जळती मेणबत्ती धरून, परीक्षा केली. तेव्हां मेणबत्तीचें जोरांत होत असलेलें ज्वलन, व

तिचा तीव्र प्रकाश पाहून आपणांस कांहीं तरी नवीन शोध लागला असें वाटून, प्रीस्टलेला फार आनंद झाला. ही हवा आपण स्वतः हुंगली तेव्हां आपणांस काय वाटलें याबद्दल तो म्हणतो, "पात्राशेजारीं नाक धरून हवा हुंगल्याबरोबर माझ्या छातींत विशेष प्रकारचा हलकेपणा व मनाला तरतरी वाटूं लागली." पात्रांत ठेवलेल्या बशीमध्यें त्याला पाऱ्याचे कण दिसून आले. या रूपांतराचें कारण त्यानें असें सांगितलें कीं, कोंडलेल्या हवेंतील फ्लॉजिस्टन्‌चा व पाऱ्याच्या भस्माचा संयोग झाला असला पाहिजे. म्हणून या मागें राहिलेल्या हवेला त्यानें फ्लॉजिस्टन्-विरहित हवा असें नांव दिलें. आपण त्या वायूलाच आतां 'ऑक्सिजन्' असें म्हणतों.

प्रीस्टलेच्या धार्मिक समजुती लोकविलक्षण होत्या; म्हणून त्याला फार शत्रू उत्पन्न झाले. त्या सर्वांनीं एके दिवशीं बर्मिंगहॅम् येथील त्याच्या राहत्या घरावरच हल्ला केला. धार्मिक मतांसंबंधींच्या या छळाला कंटाळून शेवटीं तो अमेरिकेस गेला, व तेथें त्यानें आपल्या आयुष्यांतील शेवटचीं दहा वर्षें शांततेनें घालविलीं.

(२) कार्ले विल्हेम् शील Karl Wilhem Scheele [१७४२-१७८६]

शील हा एका स्वीडिश् व्यापाऱ्याचा मुलगा. त्याला पांच भाऊ व पांच बहिणी होत्या. त्यामुळें त्याला विश्वविद्यालयीन शिक्षण घेतां आलें नाहीं. त्याला वयाच्या १४ व्या वर्षी, एका औषधविक्रेत्याच्या दुकानांत शिकाऊ उमेदवार म्हणून ठेवण्यांत आलें. या कामांत त्याचें इतकें लक्ष लागलें कीं, औषधविक्रीच्या कामाव्यतिरिक्त सांपडणाऱ्या वेळांत, रसायनशास्त्रावरील पुस्तकें वाचून स्वतंत्र प्रयोग करण्यांत तो आपला वेळ घालवूं लागला. ही त्याची प्रयोगाबद्दल आवड पाहून मालकानेंही तशा प्रकारची सोय त्याला करून दिली.

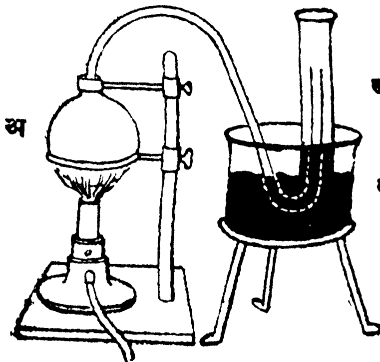
आपण ज्या वायूचे गुणधर्म शिकणार आहोंत, त्यांसंबंधीं शीलनें याप्रमाणें लिहून ठेवलें आहे, "मी एक औंस शुद्ध पोटॅशिअम् नैट्रेट, बक-पात्रांत उर्ध्वपातनासाठीं तापविला, व त्याच्या तोंडाशीं भिजवून निर्वात केलेली एक रबरी पिशवी बसविली. पोटॅशिअम् नैट्रेट जसजसा तापूं लागला तसतशी पिशवी फुगूं लागली, कारण तींत एक वायु गोळा

होऊं लागला. पात्रांतील पदार्थ फसफसण्याचें थांबल्यावर, मी तापविण्याची क्रिया बंद केली."

शीलनें या नव्या वायूचें 'अग्नि-वायु' (Fire-air)असें नांव ठेविलें. यांत गंधक, कोळसा व,फॉस्फरस फार तीव्रतेनें जळतात,असें त्यानें लिहिलें आहे. प्रीस्टले यानें लाविलेल्या शोधाची शीलला माहिती नव्हती. तथापि त्याच्याप्रमाणें हाही फ्लॉजिस्टन-तत्त्वाचा कट्टा पुरस्कर्ता होता. इ.स. १७७७ मध्यें त्यानें हवा आणि अग्नि या विषयावर एक लहानसें पुस्तक लिहून प्रसिद्ध केलें.

ॲंटनी लव्हॉयजे (Antony Lavoisier) १७४३–१७९४.

इ. स. १७४३ मध्यें पॅरिस शहरीं लव्हॉयजे याचा जन्म झाला. लहानपणीं त्याला उत्तम शिक्षण मिळालें. त्यानें कायद्याचा अभ्यास करावा असें जरी ठरलें होतें, तरी त्याच्या मनाचा कल शास्त्रीय ज्ञान मिळविण्याकडे होता. त्यानें निरनिराळ्या शास्त्रांवर उपलब्ध असलेलीं बरींच पुस्तकें वाचलीं व आपलें ज्ञान वाढविलें. पॅरीस शहरांत, रस्त्यावर दिव्यांची रचना कशी करावी, याची सर्वांत चांगली आंखणी करून दिल्याबद्दल, वयाचे २१ वे वर्षींच सरकारकडून त्याला सुवर्णपदक मिळालें. रसायनशास्त्रज्ञांना लागणारे गुण, धिमेपणा व तंतोतंतपणा त्याच्या अंगीं पूर्णपणें वसत होते. प्रीस्टले व शील यांची कीर्ति ऐकून त्याचेंही मन रसायनशास्त्राच्या अभ्यासाकडें वळलें.



आकृति १०.

लव्हॉयजेचा प्रयोग

त्यानें एका बक–पात्रांत पारा तापविला. त्या पात्राचें एक टोंक, चिनीमातीच्या भांड्यांतील पाण्याखालून नेऊन, (घंटेच्या आकाराच्या) नळकंड्यांतील मोजलेल्या व्यापाच्या हवेशीं संबंध येईल,अशा रीतीनें जोडलें. कांहीं दिवसांनीं पात्रांतील पाण्याचा पृष्ठभाग, बाहेरच्या भांड्यांतील पाण्याच्या पृष्ठभागापेक्षां वर

चढलेला दिसला; व बक-पात्रांत पाऱ्याचें तांबूस रंगाचें भस्म बनलेलें दिसलें. पात्रांतील हवा अकुंचित होण्याचें थांबल्यानंतर, त्या शिल्लक राहिलेल्या हवेचा व्याप मूळच्या हवेच्या ⅘ असल्याचें व तोही निष्क्रिय (Inert) असल्याचें त्यास आढळून आलें. अर्थात लव्हॉयजे यानें असें अनुमान काढलें कीं, नाहींसा झालेला ⅕ भाग, पाऱ्याचें तांबूस भस्म बनण्याच्या कामीं खर्च झाला असला पाहिजे. मागें राहिलेल्या निष्क्रिय भागाला त्यानें '**अझोट**' असें नांव दिलें.

फ्लॉजिस्टन्‌विरहित हवेचा शोध लाविल्यावर, प्रीस्टले लॉर्ड शेन-बोर्नबरोबर, जेव्हां युरोप खंडांतील इतर देशांत प्रवासास निघाला, तेव्हां पॅरिसच्या मुक्कामांत त्यानें लव्हॉयजे याची गांठ घेतली, व त्यास आपल्या प्रयोगाची हकीकत सांगितली. तेव्हां त्यानेंही प्रीस्टले याचे प्रयोग करून पाहिले व त्याच्यापुढें पाऊल टाकून एक महत्त्वाचा शोध लाविला.

याच्या पुढची पायरी म्हणजे, त्यानें हें तांबडें भस्म गोळा करून खूप तापविलें व तें तापविल्यानें जो वायु निघाला त्याचा व्याप, पहिल्या प्रयोगांत हवेच्या कमी झालेल्या व्यापाबरोबर असल्याचें त्यानें दाखविलें.

या प्रयोगावरून लव्हायजे यानें पुढील अनुमानें बांधलीं. हवेंत तापविल्यानें पाऱ्याचें जेव्हां तांबूस भस्मांत रूपांतर झालें, तेव्हां हवेंतील क्रियाशील भागाचा–ऑक्सिजनचा–पाऱ्याशीं संयोग होऊन मूळच्या धातूपेक्षां त्याच्या भस्माच्या वजनांत वाढ झाली.

अशाच परिस्थितींत दुसरे कांहीं धातू त्याने मारलें (Calcined) व त्यांच्यावर झालेले परिणामही, पाऱ्यावर झालेल्या परिणामासारखे त्याला आढळून आलें, तेव्हां फ्लॉजिस्टनवाद्यांना आपल्या प्रिय तत्त्वाला मूठमाती द्यावी लागली.

याखेरीज लव्हॉयजे यानें गंधक हे मौल असल्याचें दाखविलें, व चुनकळी हें कोणत्या तरी धातूचा ऑक्साइड असल्याबद्दलची शंका प्रदर्शित केली, व प्रथमच सेंद्रिय संयुगाचें पृथक्करण करून त्यांची शेंकडावारी घटना [Percentage composition] निश्चित केली.

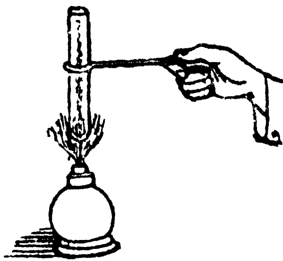
एवढा मोठा रसायनशास्त्रज्ञ खरा; परंतु दैवापुढें तो तरी काय करणार ! इ. स. १७९४ मध्यें क्रांतिकारक लोकांनीं त्याला सरळ कैद

करून फांसावर चढविलें !! याचें कारण काय, तर त्याचा त्यांच्या-विरुद्ध राजसत्तेकडे कल होता. त्याच्या मित्रांनीं त्याच्या वतीनें रदबदली केली असती, तर कदाचित् त्याचे प्राण वांचले असते; परंतु होणारी गोष्ट कोणास चुकवितां येणार ! असो.

शास्त्रीय संशोधकांनीं आपला ज्वलनतत्त्वाचा सिद्धांत कबूल केलेला पाहण्याचें समाधान त्याला लाभलें, ही तरी त्यांतल्या त्यांत त्याच्या सुदैवाची गोष्ट समजली पाहिजे.

ऑक्सिजनः—या मौलाचा शोध कसा लागला हें आतांच वर सांगितलें आहे. मौलाच्या अगर संयुगाच्या स्वरूपांत ऑक्सिजन, सृष्टींत पुष्कळ सांपडतो. पृथ्वीवरील वातावरणांत व्यापी $\frac{1}{5}$ भाग (मिश्रणाच्या स्वरूपांत) व पाण्यांत वजनी $\frac{8}{9}$ भाग (संयुगाचे स्वरूपांत) ऑक्सिजन आहे. या दुसऱ्या रूपांत सृष्टीमध्यें पुष्कळ ठिकाणीं तो विखुरलेला आहे. उ० वाळू, माती, चुनखडी, गारगोटी, इत्यादी. पृथ्वीवरील खडकाचा वजनी निम्मा भाग हा वायु असावा असें **बन्सेन** नांवाच्या शास्त्रज्ञानें अनुमान केलें आहे.

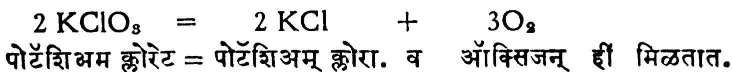
प्रयोग ३६ वा—निरनिराळे ऑक्साइड व दुसरीं ऑक्सिजन असलेलीं लवणें (Salts) तापविणें, व त्यांपासून निघालेल्या वायूची परीक्षा करणें:-वेगवेगळ्या कांचेच्या नळ्यांत पोटॅशिअम् क्लोरेट, रेड् ऑक्साइड ऑफ मर्क्यूरी, रेड् लेड् (Red lead) व मॅंगनीज-डाय-ऑक्साइड घ्या व ते एकामागून एक असें वेगवेगळे तापवून, प्रत्येक नळीच्या तोंडाशीं जळती ढलपी धरा. ती कशी जळूं लागते ते पहा. नळींतील ऑक्साइड किंवा लवण यांत काय बदल होतो तो काळजीपूर्वक तपासा. त्यांतून निघणाऱ्या वायूला वास, रंग किंवा चव आहे काय?



आकृति ३१

प्रत्येक नळीच्या तोंडाशीं, जळती ढलपी अधिक तीव्रतेनें जळेल. या वायूला रंग, चव किंवा वास नसल्याचेंही तुम्हांस आढळून येईल.

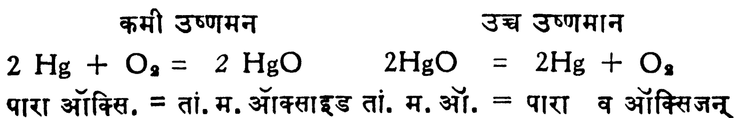
(१) पोटॅशिअम् क्लोरेट तापविल्यानें तो पहिल्यानें वितळतो, व ऑक्सिजन निघूं लागते वेळीं, पुढील समीकरणांत दाखविल्याप्रमाणें तो विघटित होतोः--



$2\,KClO_3 = 2\,KCl + 3O_2$

पोटॅशिअम क्लोरेट = पोटॅशिअम् क्लोरा. व ऑक्सिजन् हीं मिळतात.

(२) पारा खूप वेळपर्यंत तापविल्यावर (उष्णमान मात्र त्याच्या उत्कलनबिंदू जवळजवळ असावें.) जें तांबूस रंगाचें भस्म मिळतें, तेंच पुन्हा कठीण कांचेच्या नळींत घेऊन तापविल्यानें विघटित होऊन, ऑक्सिजन मिळतो व पाऱ्याचे कण मागें राहतात. पुढील समीकरणानें ह्या दोन्हीही विक्रिया दाखवितां येतात.



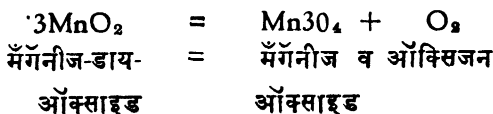
कमी उष्णमन — उच्च उष्णमान

$2\,Hg + O_2 = 2\,HgO \qquad 2HgO = 2Hg + O_2$

पारा ऑक्सि. = तां. म. ऑक्साइड तां. म. ऑ. = पारा व ऑक्सिजन्

येथें उष्णतेनें घटना व विघटना या दोन्हीही क्रिया घडून येतात.

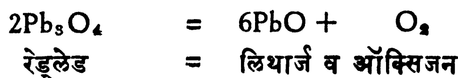
(३) मँगॅनीज-डाय-ऑक्साइड तापविल्यामुळें ऑक्सिजन् मिळतो खरा, परंतु नुसता पोटॅशिअम्-क्लोरेट ज्या उष्णमानावर विघटित होतो, त्यापेक्षांही मँगॅनीज डाय-ऑक्साइड विघटित होण्यास उच्च उष्णमान लागतें. तो विघटित होतो तेव्हां होणारी विक्रिया, पुढील समीकरणानें दाखवितां येतेः—



$3MnO_2 = Mn3O_4 + O_2$

मँगॅनीज-डाय-ऑक्साइड = मँगॅनीज ऑक्साइड व ऑक्सिजन

(४) रेड् लेड् तापविल्यावर पुढीलप्रमाणें विक्रिया होऊन ऑक्सिजन मिळतोः—



$2Pb_3O_4 = 6PbO + O_2$

रेड्लेड = लिथार्ज व ऑक्सिजन

दुसरे कांहीं ऑक्साइड किंवा लवण यापेक्षां, वरच्यापैकीं कांहीं आक्साइड पासून ऑक्सिजन अधिक सुलभतेनें मिळूं शकतो. तापविल्यानें ऑक्सिजनशीं ज्या मौलाचा अधिक लवकर संयोग होऊन त्याचे ऑक्साइड बनतात, तेच ऑक्साइड सुलभतेनें विघटित होऊन ऑक्सिजन मोकळा करतात, अशी तुम्हांस शंका येईल; परंतु तसें होत नाहीं. कारण दोन मौलांमध्यें जेव्हां सुलभतेनें विक्रिया होऊं शकते, तेव्हां त्यामध्यें एकमेकांबद्दल तीव्र आकर्षण असतें. अर्थात् त्यांचा संयोग झाल्यावर ते एकमेकापासून सुलभतेनें वेगळे कसे होऊं शकतील ? पैशाचा फार मोह असलेला मनुष्य, एकदां पैसा मिळाल्यावर तो सहजासहजीं हातांतून सोडील काय ? तसेंच या मौलांचेंही होतें. म्हणून जीं मौलें ऑक्सिजनशीं मोठ्या कष्टानें व दीर्घ प्रयासानें संयुक्त होतात, तीं सहज विघटितही होतात व त्यापासूनच ऑक्सिजन सुलभतेनें मिळूं शकतो. अर्थात् प्रथम ऑक्सिजन् तयार करण्यासाठीं त्याच्याबरोबर मोठ्या कष्टानें संयुग होणारे पदार्थ शोधून काढलें पाहिजेत; कारण हेंच संयुग सहज विघटित होऊन त्यापासून ऑक्सिजन मिळूं शकतो.

वर सांगितलेली गोष्ट अधिक स्पष्ट समजण्यासाठीं, आपण शिसें ऑक्सिजन्‌बरोबर कसें संयुक्त होतें याचा थोडासा विचार करूं. हवेंत शिसें तापविलें असतां प्रथम तें वितळतें. परंतु तापविणें तसेंच चालू ठेवल्यास, पिवळसर पुडीचे थर प्रथम पृष्ठभागावर जमूं लागल्याचें दिसतें, व पुढें हा द्रव लोखंडाच्या काडीनें ढवळल्यास सर्वच धातूची पिवळसर पूड बनते. ही विक्रिया सहजासहजीं घडून येते. अर्थात् या पुडीपासून ऑक्सिजन् वेगळा करणें फार त्रासाचें असावें असें तुम्हीं अनुमान काढलें तर चुकीचें होणार नाहीं. परंतु ही पिवळी पूड आणखी पुष्कळ वेळपर्यंत तापविली, तर हळुंहळूं ती अधिक ऑक्सिजन्‌शीं संयुक्त होऊन तांबड्या रंगांची बनते. या तांबड्या पुडीला 'रेड् लेड' असें म्हणतात, आणि पिवळसर पुडीला 'लिथार्ज' असें म्हणतात. 'लिथार्ज'पासून 'रेड् लेड्' मिळविण्यास तो फार वेळ तापवावा लागतो, म्हणून ती विक्रिया सहजासहजीं घडून येत नाहीं असें आपण अनुमान केल्यास चुकीचें होणार नाहीं. हा तापविल्यानें विघटित होऊन ऑक्सिजन् कसा मिळूं शकतो, हें मागें दाखविलें आहेच.

याप्रमाणें निरनिराळें ऑक्साइड तापविल्यावर ऑक्सिजन मिळतो खरा, परंतु यांपैकीं कांहीं आक्साइड फार महाग आहेत व त्यापासून मिळणारा हा वायु फार थोड्या प्रमाणांत असतो. शिवाय तापविण्याची क्रियाही फार वेळ करावी लागते, म्हणून थोड्या वेळांत व अधिक प्रमाणांत वायु जमा करावयाचा झाल्यास प्रथम सांगितलेलें पोटॅशिअम्-क्लोरेट नांवाचें लवण उपयोगांत आणतात. हें स्फटिकाकृति लवण पांढऱ्या रंगाचें असून तापविल्यावर वितळतें. पुढें या वितळलेल्या द्रवांतूनच ऑक्सिजन वायु निघूं लागतो. हा वायु निघण्याचें थांबल्यावर मागें जो स्फटिकाकृति पांढरा पदार्थ राहतो, तो उष्णतेनें सहसा वितळत नाहीं; याचें स्वरूप आपल्या साध्या मिठाप्रमाणें असतें; त्याला पोटॅशिअम् क्लोराइड असें म्हणतात. या दोन्ही लवणांचे घटक कोणते ते तुम्हांस मागें दिलेल्या समीकरणावरून कळून येईलच.

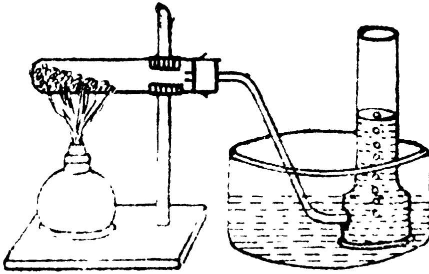
न वितळवितां सुद्धां पोटॅशिअम् क्लोरेटपासून ऑक्सिजन मिळविणें झाल्यास त्यांत मँगॅनीज-डाय-ऑक्साइड ४:१ या प्रमाणांत मिसळतात. त्यामुळें हें मिश्रण नुसतें पोटॅशिअम् क्लोरेटइतकें तापवावें लागत नाहीं. शिवाय प्रयोगाचें शेवटीं मँगॅनीज-डाय--ऑक्साइडही आपणांस आहे तसाच परत मिळतो. पोटॅशिअम् क्लोरेट नेहमींच्या उष्णमानापेक्षां खालच्या उष्णमानावर विघटित करण्याकडे त्याचा उपयोग होतो. अशा पदार्थांना सहाय्यक * (Catalytic agent) पदार्थ असें म्हणतात.

प्रयोग ३७ वा—पोटॅशिअम् क्लोरेट व मँगॅनीज-डाय-ऑक्साइड यांच्या मिश्रणापासून मिळालेल्या ऑक्सिजन् गुणधर्म तपासणें:-

४:१ या प्रमाणांत पोटॅशिअम् क्लोरेट व मँगॅनीज-डाय-ऑक्साइड यांचें मिश्रण तयार करून (या मिश्रणाची बारीक पूड करूं नका, कारण मँगॅनीज् - डाय-ऑक्साइडमध्यें थोडी तरी

---

* जे पदार्थ आपल्या सान्निध्यानें एखादी रासायनिक क्रिया जलद घडवून आणतात, परंतु तीमध्यें स्वतः कांहीं प्रत्यक्ष भाग घेत नाहींत, त्यांना सहाय्यक [Catalytic agent] असें म्हणतात.



आकृति ३२.

कोळशाची पूड मिसळली असण्याचा संभव असतो, त्यामुळें केव्हां केव्हां घर्षणानें हें मिश्रण पेट घेतें.) तें एका कांचेच्या चंबूंत घाला व त्याला एक भोंक असलेलें रबरी बूच बसवून त्या भोंकांत एक वांकलेली नळी बसवा, व तिला पुढें एक रबराची नळी जोडा.

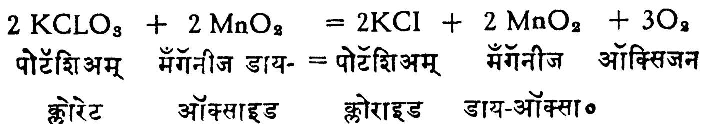
[**सूचनाः**—चंबू किंवा नळी स्टँडवर उभी न बसवितां आडवी बसवा. कारण पोटॅशिअम् क्लोरेट तापविल्यावर थोडीशी पाण्याची वाफही बाहेर पडते. त्यांच्या तोंडाजवळचा भाग तितकासा तापलेला नसल्यामुळें, त्यांतून वाफेच्या रूपानें बाहेर पडणारें स्फटिकजल, तोंडाशीं थंड होऊन फिरून थेंबांच्या रूपानें तापलेल्या कांचेच्या भागावर पडून, नळी किंवा चंबू तडकण्याचा संभव असतो.]

ऑक्सिजन् जमविण्यासाठीं पाण्यानें भरलेलें चिनीमातीचें पातेलें घेऊन त्यांत पाण्यानें भरलेलीं चार पांच कांचेचीं नळकांडीं (Gas jars) उपडीं करून ठेवा. रबराच्या नळीचें टोंक आधारणीखालीं (Beehive-shelf) आणून सोडा. नळकांड्यांवर ठेवण्यासाठीं ५।६ झांकण्याही बाहेर हाताशीं ठेवा. (आ. ३२ पहा)

मिश्रणाचा चंबू दिव्याच्या ज्योतीवर तापवा. त्याबरोबर प्रथम हवेचे व नंतर थोड्या वेळांत ऑक्सिजनचे बुडबुडे येऊं लागतील. आतां पाण्यानें भरलेलें नळकांडें आधारणीवर ठेवा. त्यांत वायु बुडबुड्यांच्या रूपानें वर जाऊन, पाणी खालीं उतरूं लागेल. याप्रमाणें नळकांडें भरल्यावर त्याच्या तोंडावर झांकणी ठेवून तें टेबलावर उपडें ठेवून द्या. याप्रमाणें चार-पांच नळकांडीं भरून तयार केल्यावर, प्रथम रबरी नळीचें टोंक पाण्याबाहेर

काढून नंतर चंबूखालील दिवा काढून घ्या. [सूचना—नळीचें टोंक पाण्याखालीं असतांनाच जर चंबूखालील दिवा काढला तर नळींतून पाणी चंबूकडे ओढलें जाईल व तापलेला चंबू फुटेल. कारण दिवा काढून घेतल्यानें वायु उत्पन्न होण्याचें कार्य थांबतें; त्यामुळें चंबूचा भाग थोडा बहुत निर्वात होतो. त्यामुळें बाहेरील हवेच्या दाबापेक्षां चंबूंतील हवेचा दाब कमी होऊन साहजिकच पाणी आंत ओढतें जातें.]

ऑक्सिजन निघतांना होणारी विक्रिया पुढील समीकरणावरून समजून येईल:–



$$2\,KClO_3 + 2\,MnO_2 = 2KCl + 2\,MnO_2 + 3O_2$$

पोटॅशिअम् क्लोरेट मॅंगनीज डाय-ऑक्साइड = पोटॅशिअम् क्लोराइड मॅंगनीज डाय-ऑक्सा० ऑक्सिजन

नळकांड्यांतील वायूचे खालीलप्रमाणें प्रयोग करून गुणधर्म पहा.

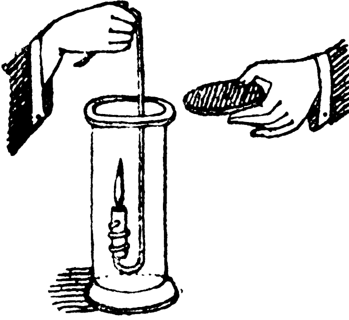
(१) वायूस रंग आहे काय? हा वायु नळकांड्यांत फार जलद गोळा होत गेल्यानें प्रथम वायूस पांढुरका रंग असल्याचें तुम्हांस दिसेल; कारण पोटॅशिअम्-क्लोरेटचेही बारीक कण या वायूबरोबर येऊन नळकांड्यांत तरंगत राहतात. हें वायूनें भरलेलें नळकांडें पाण्यांत कांहीं वेळ तसेंच ठेवल्यानें हे कण पाण्यांत विरघळतात व नळकांडें पारदर्शक होतें.

(२) नाक जवळ नेऊन वायूला वास आहे कीं काय तें पहा. थोडासा हुंगल्यावर तुम्हांस कसें वाटतें? तोंड उघडून थोडासा वायु आंत ओढा; त्याला चव आहे काय?

(३) पाण्यानें ओले केलेले निळे व तांबडे लिटमसचे कागद वायूनें भरलेल्या दुसऱ्या नळकांड्यांत टाका. त्यांचा रंग बदलतो काय?

(४) एका पातेल्यांत पाणी घेऊन त्यांत वायूनें भरलेंले नळकांडें उपडें धरा. पाण्यांत हा वायु विद्रुत होतो काय? विद्रुत झाला असता तर तुम्हांस काय दिसलें असतें?

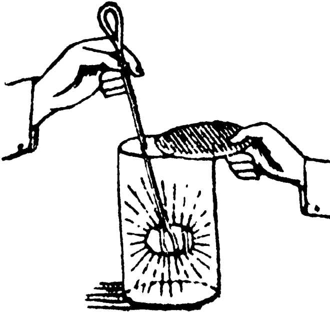
(५) जळती मेणबत्ती वायुपात्राच्या तोंडाशीं न्या. वायु जळतो काय?



आकृति ३३

(६) नळकांडें टेबलावर सरळ ठेवून व तीच मेणबत्ती जाळणींत घेऊन व पुन्हा पेटवून, त्यांत सोडा. मेणबत्तीची ज्योत तुम्हांस तेजस्वी दिसतें काय ? यावरून तुम्ही काय अनुमान काढतां ? जळती मेणबत्ती काढून घेऊन त्या नळकांड्यांत चुन्याची निवळी टाका व झांकण ठेवून तें हलवा. चुन्याच्या निवळीचा रंग आतां तुम्हांस कसा दिसतो ?

(७) दुसऱ्या तीन वेगवेगळया नळकांड्यांत जळत असलेला गंधक फॉस्फरस व निखारा, जाळणींत घेऊन सोडा. हे तिन्ही पदार्थ कसे जळतात तें पहा. जाळणी बाहेर काढून घेऊन त्या प्रत्येक नळकांड्यांत पाणी घाला. ज्वलनामुळें बनलेल्या वायूचे गुणधर्म (रंग, वास इत्यादि) काळजीपूर्वक तपासा. ते वायू पाण्यांत विद्रुत होतात काय ? विरत असल्यास त्या विद्रवामध्यें निळे व तांबडे लिटमसचे कागद टाका. त्यांवर काय परिणाम घडतो ?



आकृति ३४.

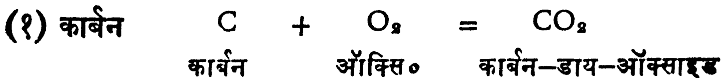
(८) नुसत्या वायूनें भरलेल्या नळकांड्यांत चुन्याची निवळी टाका व त्यावर झांकण ठेवून तें हलवा. चुन्याच्या निवळीवर कांहीं परिणाम होतात काय ?

[**सूचनाः**—याखेरीज वेळ व सोय असल्यास आणखीही कांहीं पदार्थ उ० मॅग्नेशिअम्, सोडियम्, वितळलेल्या गंधकांत बुडवलेली लोखंडाची तार इत्यादि, ऑक्सिजनमध्यें जाळून दाखवावेत व त्यांच्या ज्वलनामुळें बनणाऱ्या पदार्थांच्या गुणधर्मांचें विवेचन करावें.]

गुणधर्मः—ऑक्सिजन् वायु रंगहीन, वासरहित व रुचिहीन आहे. तो पाण्यांत फारच थोड्या प्रमाणांत विद्रुत होतो. या त्याच्या विद्रुतीमुळें जलचर प्राण्यांना श्वासोच्छ्वासासाठीं तो पाण्यांत मिळूं शकतो, लिटमसच्या बाबतीत हा उदासीन [neutral] आहे. हा स्वतः जळत नाहीं; पण ज्वलनाला मदत करतो. हवेंत जळणारे पदार्थ यांत अधिक तीव्रतेनें जळतात व जळणाऱ्या पदार्थांबरोबर संयुक्त होऊन त्यांचे ऑक्साइड बनतात. मेणबत्ती अगर कोळसा जाळल्यानें कार्बन-डाय-ऑक्साइड वायु बनतो, व तो चुन्याची निवळी दुधासारखी पांढरी करतो. गंधक जाळल्यानें सल्फर-डाय-ऑक्साइड नांवाचा वायु बनतो; तो आम्लधर्मी असल्यामुळें निळा लिटमसचा कागद तांबडा होतो. फॉस्फरस जाळल्यानें फॉस्फरस पेंटॉक्साइड [आम्लधर्मी]-पांढरी पूड बनते. कांही वेळानें हा ऑक्साइड पाण्यांत विद्रुत होऊन आम्ल बनतें. हवेमध्यें ऑक्सिजन् १/५ भाग असल्यानें, जळणाऱ्या पदार्थांचें हवेंत तितक्या तीव्र स्वरूपांत ज्वलन होत नाहीं. आपण हा वायु हुंगला तर एक प्रकारची तरतरी वाटते. प्रीस्टलेनें या वायूंत उंदीर ठेवून तो जगूं शकतो हें दाखविलें. सामान्य उष्णमानावर हा वायू विशेष क्रियाशील (active) नसतो, परंतु उच्च उष्णमानावर, तो पदार्थांबरोबर जलद संयुक्त होऊं शकतो.

कृत्रिम रीतीनें अतिशय थंडी उत्पन्न करून व दाब वाढवून, ऑक्सिजन वायूला द्रवरूप देतां येतें. या द्रवाचा रंग फिकट निळा असतो.

निरनिराळीं मौलें अगर पदार्थ ऑक्सिजनमध्यें जाळल्यानें होणारी विक्रिया पुढील समीकरणानें दाखवितां येते. या विक्रियेस 'ऑक्सिडेशन्' असें म्हणतात.



(१) कार्बन $C + O_2 = CO_2$

कार्बन ऑक्सि० कार्बन-डाय-ऑक्साइड

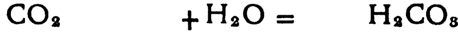
चुन्याची निवळी पांढरी होतांनाः—



$Ca(OH)_2 + CO_2 = CaCO_3 + H_2O$

चुन्याची निवळी का. डा. ऑक्साइड खडू व पाणी मिळतात.

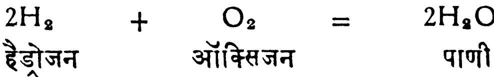
तो पाण्यांत विद्रुत होतांना:—



$CO_2 + H_2O = H_2CO_3$

का. डा. ऑक्साइड + पाणी कार्बानिकाम्ल मिळतें.

(२) मेणबत्तीमध्यें कार्बन् व हैड्रोजन् हीं दोन मौलें असल्यामुळें त्यांचा ऑक्सिजनशीं वेगवेगळा संयोग होऊन कार्बन–डाय–ऑक्साइड व पाणी बनतात.



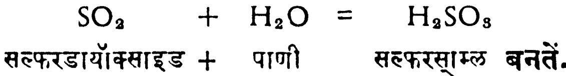
$2H_2 + O_2 = 2H_2O$

हैड्रोजन ऑक्सिजन पाणी

(३) **गंधक** $S + O_2 = SO_2$

गंधक + ऑक्सिजन सल्फरडायॉक्साइड **बनतो.**

हा ऑक्साइड पाण्यांत विद्रुत होतांना



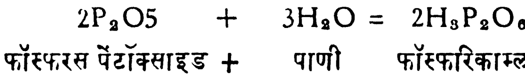
$SO_2 + H_2O = H_2SO_3$

सल्फरडायॉक्साइड + पाणी सल्फरसाम्ल **बनतें.**

(४) **फॉस्फरस** $P_4 + 5O_2 = 2P_2O_5$

फॉस्फरस + ऑक्सिजन फॉस्फरस पेंटॉक्साइड-**बनतो**

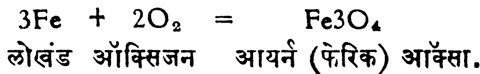
हा ऑक्साइड पाण्यांत विद्रुत होतांना



$2P_2O5 + 3H_2O = 2H_3P_2O_6$

फॉस्फरस पेंटॉक्साइड + पाणी फॉस्फरिकाम्ल

(५) लोखंड व मॅग्नेशियम् वगैरे मौलांचा ऑक्सिजनशीं संयोग होऊन ऑक्साइड बनतात.



$3Fe + 2O_2 = Fe3O_4$

लोखंड ऑक्सिजन आयर्न (फेरिक) ऑक्सा.

ह्यांपैकीं मॅग्नेशिअम्, लोखंड व फॉस्फरस यांचे ऑक्साइड स्थाणुरूप असून, सल्फर–डाय–ऑक्साइड व कार्बन–डाय–ऑक्साइड हे वायुरूप आहेत व पाणी द्रवरूप आहे.

ऑक्सिजनचे उपयोगः—हवेंत ऑक्सिजन् वायूचें प्रमाण शेंकडा १८ ते २१ आहे व तें प्राणिमात्राच्या जीवनासाठीं अवश्य आहे. पाण्यांत बुडतांना किंवा विजेच्या अपघातामुळें अगर दूषित हवेंत-कोळशाच्या खाणींत, किंवा घराला आग लागली असतां धुरानें भरलेल्या खोलींत-मनुष्य गुदमरून बेशुद्ध होतो, त्या वेळीं शुद्ध ऑक्सिजनचा पुरवठा करावा लागतो. त्यामुळें श्वासोच्छ्वासक्रियेस मदत होऊन मनुष्य हळुहळू शुद्धीवर येऊं लागतो. जसजसें हवेंत उंच जावें, तसतशी हवा अधिकाधिक विरल होत जाते; त्यामुळें विमानांतून विरल हवेंत प्रवास करतांना किंवा विशेष उंच पर्वतावर 'स्वारी' करतांना, इतक्या उंचीवर श्वासोच्छ्वासासाठीं ऑक्सिजनचा पुरवठा कमी पडत असल्यामुळें, जादा ऑक्सिजनचा पुरवठा जवळ ठेवाव लागतो. ऑक्सिजन वायूनें भरलेलीं लहान मोठीं नळकांडीं बाजारांत विकत मिळतात. वर सांगितलेल्या अपघाताच्या रोग्यांकरितां प्रत्येक मोठाल्या दवाखान्यांत यांचा योग्य प्रमाणांत पुरवठा करून ठेवलेला असतो.

कोणत्याही ज्वलनशील पदार्थांचें ज्वलन होण्यास ऑक्सिजनची जरूरी आहे. विस्तव प्रज्वलित करतांना आपण फुंकर घालतों, तेव्हां त्याच्या भोंवतालची अशुद्ध हवा दूर घालवितो, मग आपोआप शुद्ध हवा त्या ठिकाणी जमते व त्यामुळें ज्वाला उत्पन्न होते. जेव्हां ही ऑक्सिडेशनची क्रिया सावकाश होते [उ० (१) लोखंडाचें गंजणें (२) फॉस्फरस हवेंत उघडा धरला असतां पांढरा धूर निघणें] तेव्हां जी उष्णता उत्पन्न होते ती हवेंत पसरून जाते, त्यामुळें ती आपल्या ध्यानांत येत नाहीं.

धातूंच्या जाड नळया किंवा पत्रे, कापण्या-जोडण्यासाठीं किंवा त्यांना पडलेलीं भोकें बुजविण्यासाठीं, ऑक्सि-ॲसिटॅलिन् किंवा ऑक्सि-हैड्रोजन् ज्योतीचा उपयोग करतात. कारण या ज्योतीमध्यें उष्णता फार असते. त्यासाठीं ऑक्सिजनचे ॲसिटॅलिन् वायूशीं अगर हैड्रोजन वायूशीं योग्य प्रमाणांत मिश्रण करून विशिष्ट प्रकारच्या 'ब्लो-पाईप' मधून या मिश्रणाची ज्योत जोडण्याच्या अगर तोडण्याच्या भागावर धरतात.

द्रवरूप ऑक्सिजन, कोळसा व तेल ह्यांबरोबर मिसळून तें मिश्रण स्फोटक द्रव्य म्हणून सुरुंगासाठीं वापरतात.

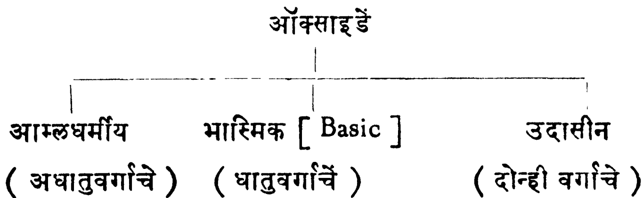
फार मोठ्या प्रमाणांत ऑक्सिजन तयार करावयाचा झाला तर वर सांगितल्यापैकीं कोणतीही रीत उपयोगी पडत नाहीं. त्यासाठीं पुढें दिलेल्या रीतीपैकीं एकादी रीत उपयोगांत आणतात. (१) हवा ही निरनिराळ्या वायूंचें मिश्रण आहे. म्हणून कृत्रिम रीतीनें अतिशय शीतता (थंडी) व दाब उत्पन्न करून तिला द्रवरूप देतात; अर्थात् हवेंत असलेल्या सर्व वायूंचें द्रवरूप मिश्रण तयार होतें व त्यांपैकीं प्रत्येक द्रवाचे–ऑक्सिजन्, नैट्रोजन्–उत्कलन बिंदू वेगवेगळे असल्यानें (ऑक्सिजन उ० बिं.–१८३° सें., नैट्रोजन, उ० बिं.–१९६°सें.) ते भागशः उर्ध्वपातन पद्धतीनें वेगवेगळे करतात. (२) पाण्याचें विद्युतशक्तीनें मोठ्या प्रमाणावर विघटन करूनही ऑक्सिजन तयार करतात. नॉर्वेसारख्या देशांत ज्या ठिकाणीं विद्युत्शक्तीचा पुरवठा मोठ्या प्रमाणांत व स्वस्त भावानें करतां येतो, तेथेंच हें शक्य आहे.

ऑक्साइड, त्यांचें स्वरूप व वर्गीकरण.

कोणत्याही मौलाचा ऑक्सिजनशीं संयोग होऊन जो संयुग बनतो त्यास ऑक्साइड व त्या विक्रियेस 'ऑक्सिडेशन' म्हणतात, हें वर सांगितलें आहेच. लोखंड, मॅग्नेशिअम् , फॉस्फरस्, गंधक, कार्बन व हैड्रोजन यांच्या ऑक्साइडच्या गुणधर्मांचा विचार केला तर पहिल्या तिहींचे ऑक्साइड स्थाणुरूप, दुसऱ्या दोहोंचे ऑक्साइड वायुरूप, व तिसऱ्याचा (हैड्रोजन) ऑक्साइड द्रवरूप असल्याचें दिसून येतें. यांपैकीं कांहीं पाण्यांत विद्रुत होतात व तें (फॉस्फरस, गंधक व कार्बन यांचे ऑक्साइड) किंवा त्यांचे विद्रव निळ्या लिटमसचा कागद तांबडा करतात. मॅग्नेशिअम्चा ऑक्साइड तांबड्या लिटमसचा कागद निळा करतो व लोखंड व हैड्रोजन यांचे ऑक्साइड निळ्या अगर तांबड्या लिटमसच्या-कागदावर कोणताच परिणाम करीत नाहींत; म्हणून * ऑक्साइडांच्या लिटमसच्या कागदावर होणाऱ्या परिणामावरून त्यांचें खालीलप्रमाणे

*आम्लें व अल्कली यांचे लिटमसच्या कागदावर होणारे परिणाम प्रथम रॉबर्ट बॉइल यानें शोधून काढले.

वर्गीकरण केलें आहेः--[१] निळया लिटमसचा कागद तांबडा करणारे ऑक्साइड, [२] तांबडा लिटमसचा कागद निळा करणारे ऑक्साइड, (३) निळया किंवा तांबडया लिटमसच्या कागदावर कोण-तीही विक्रिया न करणारे ऑक्साइड. याप्रमाणें पुष्कळ ऑक्साइडची तपासणी केली तर असें दिसून येतें कीं, पहिल्या वर्गांत पडणारे कांहीं ऑक्साइड अधातु वर्गाचे असतात; आणि दुसऱ्या व तिसऱ्या वर्गातील ऑक्साइड बहुधा धातुवर्गाचें असतात. अधातुवर्गाचे ऑक्साइड बहु-तेक पाण्यांत विद्राव्य असून ज्यांच्या विद्रवाची चव, आंबट असते त्यांना *आम्ल असें म्हणतात. धातुवर्गातील ऑक्साइडांना भस्में* (basic oxides) असें म्हणतात. *त्यांपैकीं कांहीं जे पाण्यांत विद्राव्य असतात* व तांबडा लिटमसचा कागद निळा करतात त्यांना अल्कली असें संबोधितात. धातु व अधातू वर्गात उदासीन ऑक्याइड आढळून येतात. हे वर्गीकरण लक्षांत राहण्यासाठीं खालील कोष्टक पहावें.



सोडियम व पोटॅशिअम् धातूंच्या ऑक्साइडांचा पाण्याशीं संयोग होऊन जे संयुग बनतात त्यांना अनुक्रमें कॉस्टिक सोडा व कॉस्टिक पोटॅश असें म्हणतात, परंतु साधारणपणें पाण्याशीं संयुक्त झालेल्या धातूंच्या ऑक्साइडांना हैड्रोक्साइड असें म्हणतात.

या प्रकरणांतील महत्त्वाच्या गोष्टींचा सारांश

(१) प्रीस्टले, लव्हॉयजे व शील या तिघांनीं आपापल्यापरी या वायूचा शोध लावला.

(२) त्यामुळें फ्लॉजिस्टन् तत्त्वाचा एकपरी शेवट होण्यास मदत झाली.

(३) पाऱ्याचा ऑक्साइड, नुसता पोटॅशिअम् क्लोरेट, किंवा तो मॅंगॅनीज–डाय–ऑक्साइडबरोबर मिश्रण करून तापविला असतां, किंवा विद्युत् सहाय्यानें पाण्याचें पृथःकरण केलें असतां, किंवा हवेला द्रवरूप दिलें असतां ऑक्सिजन तयार करतां येतो.

(४) ऑक्सिजन रंगहीन, वासरहित व रुचिहीन वायु असून पाण्यांत थोड्या प्रमाणांत विद्राव्य आहे. तो ज्वलनास तीव्रतेनें मदत करतो व जीवनास अत्यंत आवश्यक आहे. उच्च उष्ण-मानानर तो पुष्कळ मौलांबरोबर संयुक्त होतो.

(५) तीव्र उष्णता उत्पन्न करण्यासाठीं किंवा रोगी माण-साची श्वासोच्छ्वासक्रिया बरोबर चालविण्यासाठीं याचा उप-योग करतात.

(६) ऑक्साइड तीन प्रकारचे आहेत; (१) आम्लधर्मी (अधातुवर्गाचे), (२) धातुवर्गाचे, (३) उदासीन. उत्कलेा.

पाण्यांत विरणाऱ्या धातूंच्या ऑक्साइडांना हैड्रॉक्साइड असें म्हणतात.

प्रश्न

(१) प्रीस्टले किंवा लव्हॉयजे यांनीं या वायूचा शोध कसा लावला ? त्यांनीं केलेल्या प्रयोगांचें थोडक्यांत वर्णन द्या.

(२) यांच्या शोधामुळें 'फ्लॉजिस्टन्' तत्त्वाला मूठमाती कशी मिळाली ?

(३) 'ऑक्सिजन्' हें नांव या वायुला प्रथम कां दिलें, आणि तें कितपत बरोबर आहे ?

(४) ऑक्सिजन् वायु तुम्हांस किती रीतींनीं तयार करतां येईल ? त्यांपैकीं एका रीतीचें सविस्तर वर्णन करा. 'सहाय्यक' म्हणजे काय ?

(५) एका नळकांड्यांत वायु आहे. तो तुम्ही ऑक्सिजन् अस-ल्याचें कसें दाखवाल ?

(६) पाण्यांतील माशांना हा वायु कसा मिळतो ?

(७) सोनार भाता फुंकतो तेव्हां अग्नि अधिक प्रज्वलित कां होतो ?

(८) ऑक्सिजनचे रासायनिक गुणधर्म कोणते ?

(९) आपण पोटॅशिअम् क्लोरेट किंवा मर्क्यूरी ऑक्साइड तापवितों तेव्हां कायिक (physicel) फेरफार होतो का रासायनिक (chemical) ?

(१०) ऑक्साइडचें वर्गीकरण कोणत्या गुणधर्मावर केलें आहे व तो गुणधर्म प्रथम कोणी शोधून काढला ?

प्रकरण ९ वें

हैड्रोजन्, पाणी

हैड्रोजनचा शोध

१६ व्या शतकाच्या प्रारंभीं **पॅरॅक्लेसस** नांवाच्या गृहस्थानें लोखंडाचा कीस आम्लांमध्यें टाकून जळणारा वायु उत्पन्न होतो असें पाहिलें; परंतु पुढें या वायूबद्दल अधिक प्रयोग करून पाहण्याचें, व त्याचे गुणधर्म पाहण्याचें त्याच्या मनांत आलें नाहीं. १७ व्या शतकांत **रॉबर्ट बॉईल** यानें लोखंडाचे खिळे सल्फ्यूरिकाम्लांमध्यें टाकून हा वायु तयार केला; परंतु त्यानेंही त्याच्या गुणधर्माबद्दल फारसा विचार केला नाहीं. त्याला वाटलें, कृत्रिम रीतीनें हवा तयार करण्याची ही एक रीत असावी.

पेरी जोसेफ मॅकर आणि हैड्रोजन

पेरी जोसेफ मॅकर हा इ. स. १७१८ सालीं पॅरीस येथें जन्मला. त्याच्या आडनांवावरून तो स्कॉच कुलांतील असावा असें म्हणतात. यानेंच प्रथम या ज्वालाग्राही वायूसंबंधीं प्रयोग करून त्याचे गुणधर्म शोधण्याचा प्रयत्न केला. सल्फ्यूरिकाम्लांमध्यें जस्त टाकून त्यानें हा वायु तयार केला; व बारीक टोंक केलेल्या नळीमधून त्याला बाहेर येऊं दिलें. बाटलींतील हवा निघून गेल्याची व शुद्ध वायु बाहेर पडत असल्याची खात्री झाल्यावर तो त्यानें पेटविला. पुढें त्यानें काय केलें हें आपण त्याच्याच शब्दांत सांगूं. “ मी चिनी मातीची स्वच्छ बशी त्या ज्योतीवर धरली, परंतु ती काळी झाली नाहीं; इतकेंच नव्हे, तर ज्योतीला लागणारा बशीचा भाग पांढराच राहिला, व तेथें पाण्यासारखे द्रवाचे थेंब जमलेले दिसले. ” मॅकरला हा द्रव म्हणजे पाणीच असलें पाहिजे याबद्दल पुरावा देतां आला नाहीं. कारण ज्वलनाच्या क्रियेबद्दल त्या वेळीं खऱ्या गोष्टी उघडकीस आल्या नव्हत्या. परंतु त्याची कल्पना मात्र सत्याला धरून होती.

हेन्री कॅव्हेंडिश् Cavendish (१७३१-१८१०)

हा लॉर्ड चार्लस् कॅव्हेंडिश् याचा वडील मुलगा. प्रीस्टले व कॅव्हेंडिश् समकालीन होत. परंतु दोघांचे स्वभाव व परिस्थिति फार भिन्न होती. प्रीस्टलेची घरची स्थिति फार गरीबीची, तर कॅव्हेंडिश् पिढीजाद श्रीमंत. प्रीस्टलेला मित्र फार व समाजांत मिळून मिसळून वागण्याची हौस फार, तर कॅव्हेंडिश् एकलकोंड्या स्वभावाचा व समाजाला सोडून साधूप्रमाणें राहणारा. प्रीस्टलेचे सर्व प्रयोग गुणविशिष्ट, तर कॅव्हेंडिशचे परिमाणविशिष्ट. परंतु प्रयोगाच्या मदतीनें शास्त्राचा अभ्यास करण्यांत दोघांनीं दाखविलेली कळकळ व धडाडी सारखीच मोठी होती, म्हणून त्यांचें नांव रसायन-शास्त्राच्या इतिहासांत प्रसिद्ध आहे.

कॅव्हेंडिश्ला लहानपणापासून आपल्या बापाप्रमाणें शास्त्रीय प्रयोग करून पाहण्याचा नाद होता; मुलानेंही बापाप्रमाणें शास्त्रीय शोध हेंच आपल्या आयुष्याचें ध्येय ठरविलें. अभावितपणें फार मोठी संपत्ति मिळाल्यानें त्याला हें ध्येय साधण्यास एक प्रकारची मदतच झाली. येवढी मोठी संपत्ति मिळाल्यावर त्यानें पूर्वींच्या साध्या संवयी सोडल्या नाहींत, कीं आपल्या आयुष्याचें ध्येय बदललें नाहीं; हाच त्याचा मोठेपणा ! तंतोतंतपणा व बारीकसारीक गोष्टींचा काळजीपूर्वक अभ्यास हेच त्याच्या शोधाचे विशेष होत. प्रीस्टलेप्रमाणें याचाही फ्लॉजिस्टन् तत्वावर दृढ विश्वास होता. म्हणून ज्वलनाच्या खऱ्या सिद्धांताप्रमाणें त्याच्याहि कार्याची पूर्तता करण्याचें काम लव्हायजे यालाच करावें लागलें.

कॅव्हेंडिश यानें हैड्रोजन् वायु पुन्हा शोधून काढून, त्याच्या गुणधर्माचें फार काळजीपूर्वक परीक्षण केलें. पाण्यासंबंधीं पूर्वीच्या ग्रीक लोकांची त्यावेळींही प्रचारांत असलेली कल्पना बदलण्याकडे त्याच्या या शोधाचा फार उपयोग झाला. पाणी शुद्ध मौलरूप आहे, या कल्पनेचा १८ व्या शतकाच्या अखेरीपर्यंत लोकांच्या मनावर पगडा बसला होता. ही कल्पना पूर्णपणें खोटी असल्याचें कॅव्हेंडिश यानें सप्रयोग सिद्ध करून दिलें.

हैड्रोजन् वायु ज्वालाग्राही असल्याचें कॅव्हेंडिश यानें शोधून काढलेंच; शिवाय हवा आणि हैड्रोजन् यांच्या मिश्रणाजवळ दिव्याची

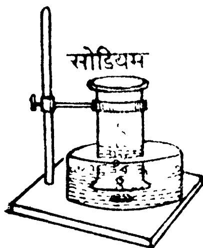
ज्योत नेली असतां एकदम धडका उडतो हेंहि त्यानें पाहिलें. प्रीस्टलेला कॅव्हेंडिशच्या या नव्या हवेची माहिति समजली. आपल्या मित्राच्या करमणुकीसाठीं हवा आणि हैड्रोजन् यांचें मिश्रण करून तोही लहान लहान बार काढूं लागला. एके प्रसंगीं याप्रमाणें तो बार काढीत असतां, वालटायर नांवाच्या त्याच्या मित्रानें, या मिश्रणाचा बार करण्यापूर्वी अगदीं कोरडें असलेलें कांचेचें भांडें, बार झाल्याबरोबर ओलें होतें, याकडे प्रीस्टले याचें लक्ष्य वेधलें. दुसऱ्या कांहीं कारणांमुळें हा ओलसरपणा आला असेल असें समजून, त्यानें तिकडे लक्ष्य दिलें नाहीं. नाहीं तर, पाण्याच्या घटकांचा शोधक म्हणून जो मान आज कॅव्हेंडिश यास मिळाला आहे, तो प्रीस्टले यासच मिळता !

कोणतीही बारीक सारीक गोष्ट कॅव्हेंडिशच्या नजरेंतून चुकत नसे. अशा बारीक सारीक गोष्टींचाही तो फार लक्ष्यपूर्वक विचार करी. त्यानें निरनिराळया प्रमाणांत हवा आणि हैड्रोजन् यांचें वेगवेगळें मिश्रण तयार करून, त्या प्रत्येकाजवळ दिव्याची ज्योत नेऊन बार केले. तेव्हां त्याच्या असें लक्ष्यांत आलें कीं, एक भाग हैड्रोजन् व २·५ भाग हवा यांच्या मिश्रणाचा बार उडविला तर, सर्व हैड्रोजन् व $\frac{१}{५}$ भाग हवा यांचें द्रवांत रूपांतर होतें; त्याचप्रमाणें एक भाग हैड्रोजन व $\frac{१}{२}$ भाग ऑक्सिजन् यांच्या मिश्रणाचा बार केला, तर कांहींही वायु शिल्लक न राहतां थोड्या प्रमाणांत द्रवाचे थेंब भांड्यांमध्यें सर्वत्र विखुरलेले दिसतात.

हा द्रव कोणता, हें ठरविण्याचा तो प्रयत्न करूं लागला. एका चोहों बाजूंनीं बंद केलेल्या कांचेच्या गोल भांड्यांत, हैड्रोजन् व हवा यांच्या मिश्रणाचा विद्युत् ठिणगीच्या साहायानें वारंवार स्फोट करून, गुणधर्म सहज पाहतां येतील, इतका द्रव त्यानें त्या भांडयांत जमविला. या द्रवास चव किंवा वास नसल्याचें व वाफरूं दिल्यास मागें कांहीं शिल्लक रहात नसल्याचें त्यास दिसून आलें. शिवाय कोणत्याही बाबतींत या द्रवाचे पाण्यापेक्षां भिन्न गुणधर्म असल्याचें त्यास आढळून आलें नाहीं. म्हणून हा द्रव पाणीच असला पाहिजे असें त्यानें ठरविलें. कॅव्हेंडिशचा फ्लॉजिस्टन् सिद्धांतावर विश्वास असल्यानें हें पाणी कसें बनलें असावें याबद्दल त्यानें चमत्कारिक कल्पना लोकांपुढें मांडल्या. याप्रमाणें प्रीस्टले व

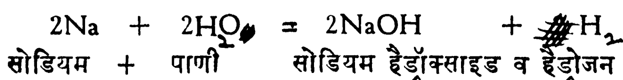
कॅव्हेंडिश आपल्या कल्पनेप्रमाणें या प्रत्यक्ष पाहिलेल्या गोष्टीची चर्चा करीत असतां, या प्रयोगाची हकीकत लव्हॉयजे याच्या कानावर गेली. त्यानेंही हा प्रयोग करून पाहिला, तेव्हां त्याच्या विशाल व तीक्ष्ण बुद्धीला या गोष्टीचा बरोबर उलगडा झाला. पाणी हें मौल नसून हैड्रोजन् व ऑक्सिजन् या दोन वायूंचा संयुग आहे असें त्यानें जाहीर केलें. याप्रमाणें ऑक्सिजन् व हैड्रोजन् यांच्या संयोगानें पाणी बनतें हें पाहूनच तो थांबला नाहीं, तर पाण्याचें या दोन वायूमध्यें विघटन करूनही त्यानें दाखविलें. तो प्रयोग असा:-एका नळींत तापून लाल झालेल्या लोखंडाच्या तारेवरून पाण्याची वाफ सोडून, व दुसऱ्या टोंकानें बाहेर पडणारा वायु गोळा करून व त्याच्या गुणधर्मांची परीक्षा करून तो हैड्रोजन असल्याचें व नळींत आयर्न ऑक्साइड बनल्याचें त्यानें सिद्ध करून दिलें. विघटन व एकीकरण या दोन्हीही रितीनें आपलें अनुमान बरोबर असल्याचें त्यानें दाखवून दिलें. परंतु फ्लॉजिस्टन तत्वाचे अध्वर्यु प्रीस्टले व कॅव्हेंडिश हे दोघेही त्याचें म्हणणें मान्य करीनात; परंतु या दोघांनीं लावलेल्या शोधामुळेंच फ्लॉजिस्टन् सिद्धांताला मूठमाती मिळाली. परंतु हे दोघे मात्र लव्हॉयजे याचा ज्वलनविषयक नवीन सिद्धांत पटवून न घेतांच कालवश झाले.

हैड्रोजन्:-सूक्ष्म प्रमाणांत हैड्रोजन वायु वातावरणांत सांपडतो. तेलाच्या विहिरींतूनही इतर वायूबरोबर हा बाहेर पडतो. संयुगरूपानें हा पाण्याचा तसेंच पेट्रोलिअम्, चरबी, तेलें वगैरेंचा घटक असल्यानें, हा पृथ्वीवर वाटेल तेवढा मिळण्याजोगा आहे.



आकृति ३५.

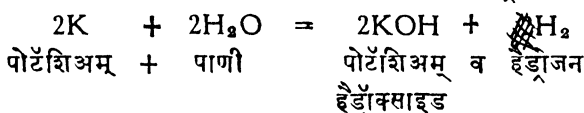
प्रयोग ३८ वा:-एका चिनीमातीच्या भांड्यांत पाणी घ्या; पोटॅशिअम् किंवा सोडियमचा वाटाण्याएवढा तुकडा त्यांत टाकून, त्यावर पाण्यानें भरलेली नळी उपडी धरा. त्या नळींतील पाणी खालीं उतरून, तेथें हा वायु जमल्याचें तुम्हांस दिसून येईल. सोडियमचें पाण्यावर होणारें रासायनिक कार्य पुढील समीकरणानें दाखवितां येतें.



$$2Na + 2H_2O = 2NaOH + H_2$$

सोडियम + पाणी सोडियम हैड्रॉक्साइड व हैड्रोजन

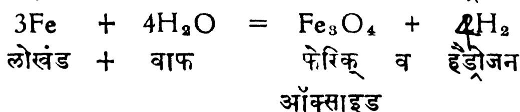
पोटॅशिअम्‌चेंसुद्धां त्याचप्रमाणें पाण्यावर कार्य होऊन हैड्रोजन वायु मिळतो.



$$2K + 2H_2O = 2KOH + H_2$$

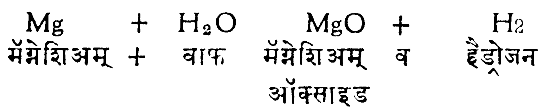
पोटॅशिअम् + पाणी पोटॅशिअम् हैड्रॉक्साइड व हैड्रोजन

(२) वाफेवर जळणाऱ्या मॅग्नेशिअमचें, तापलेल्या लोखंडाचें किंवा तापून लाल झालेल्या कोकचें[1] कार्य होऊनही हैड्रोजन वायु निघतो.



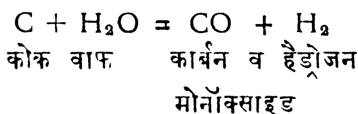
$$3Fe + 4H_2O = Fe_3O_4 + 4H_2$$

लोखंड + वाफ फेरिक् ऑक्साइड व हैड्रोजन



$$Mg + H_2O \quad MgO + H_2$$

मॅग्नेशिअम् + वाफ मॅग्नेशिअम् ऑक्साइड व हैड्रोजन

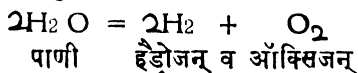


$$C + H_2O = CO + H_2$$

कोक वाफ कार्बन मोनॉक्साइड व हैड्रोजन

[2]जलवायु (water gas)

(३) विद्युत् प्रवाहानें पाण्याचें विघटन करूनही हा वायु मिळतो.



$$2H_2O = 2H_2 + O_2$$

पाणी हैड्रोजन् व ऑक्सिजन्

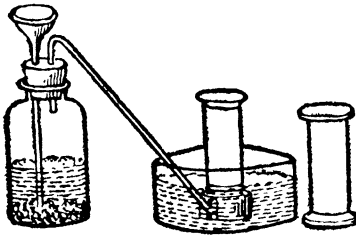
---

१ टीप–कोक हा शुद्ध कार्बनचा एक प्रकार आहे. दगडी कोळशापासून जळणारा वायु (Coal Gas) निर्वात उर्ध्वपातनानें (Destructive distillation) काढतात. तेव्हां मागें भांड्यांत कोळशाचा जो भाग शिल्लक राहतो, त्यास कोक असें म्हणतात.

२ टीप–या ठिकाणीं हैड्रोजन दुसऱ्या कार्बन मॉनॉक्साइड नांवाच्या वायूबरोबर मिसळून बाहेर येतो. या मिश्रणाला जल वायु असें म्हणतात. याचा वायुरूप इंधन म्हणून उपयोग होतो.

या प्रत्येक वेळीं उपड्या नळीजवळ जळती मेणबत्ती आणून वायूची परीक्षा करा. नळीच्या तोंडाशीं ज्योत आल्याबरोबर फट् असा आवाज होईल व एक सेकंदभर कां होईना, निळसर ज्योतीनें, वायु जळतांना तुम्हांला आढळेल. प्रयोगशाळेंत हैड्रोजन वायु तयार करावयाचा झाल्यास, वर नमूद केल्यापैकीं एकही रीत उपयोगी पडत नाहीं; कारण तितक्या मोठ्या प्रमाणांत वरील सर्व रासायनिक क्रियेंत हा वायु निघूं शकत नाहीं; म्हणून कांहीं आम्लांचें धातूवर कार्य होऊं देऊन हा वायु तयार करतात. जस्त आणि सौम्य सल्फ्यूरिकाम्ल यांचाच हैड्रोजन तयार करण्यासाठीं सर्वत्र उपयोग करतात.

प्रयोग ३९ वा:-कांचेच्या बाटलींत जस्ताचे तुकडे घेऊन, त्याला दोन भोकें असलेलें रबरी बूच बसवा. [जस्ताचे तुकडे टाकतांना बाटली थोडाशी तिरकस धरावी, व तुकडे हळुहळूं आंत सोडावे, म्हणजे ते तळावर जोरानें आपटून ती फुटणार नाहीं.] **बुचाच्या एका भोकांत**



आकृति ३६.

लांब नळीचें फनेल (Thistle funnel) व दुसऱ्या भोकांत काटकोनाकृति नळी बसवा. मोठ्या चिनी मातीच्या पातेल्यांत पाणी घेऊन त्यांत आधारणी (Beehive shelf) ठेवा. त्याच्या शेजारीं पांच सहा नळकांडीं पाण्यानें काठोकांठ भरून उपडीं ठेवून द्या. त्यांच्या झांकण्याही हाताशीं ठेवून द्या.

बाटली टेबलावर ठेवा. अखूड कांचेच्या नळीला कांचेची नळी जोडून तिचें टोंक आधरणीच्या खालून तिच्या वरच्या बाजूस असलेल्या भोंकाच्या तोंडाशीं आणून ठेवा. (प्रयोग सुरू करतांना दिवा उपकरणापासून दूर ठेवण्याची खबरदारी घ्या; कारण हैड्रोजन् वायु ज्वालाग्राही आहे. सल्फ्यूरिकाम्लानें कपड्याला छिद्रें पडतात; म्हणून तेंही जरा काळजीपूर्वकच वापरलें पाहिजे.) **सौम्य**

सल्फ्यूरिकाम्लाचें जस्तावर[1] रासायनिक कार्य होण्यासाठीं, तें तापवावें लागत नाहीं. फनेलमधून सौम्य सल्फ्यूरिकाम्ल बाटलींत इतकें ओता कीं, तिचें दुसरें टोक त्यांत बुडून राहील. नंतर बाटली वाताभेद्य झाली कीं नाहीं तें पहा. तें पाहण्यासाठीं वायूवाहक नळीच्या दुसऱ्या टोकांतून बाटलींत हवा फुंका. या अधिक आलेल्या हवेच्या दाबामुळें फनेलमधून द्रव वर चढेल. याप्रमाणें द्रव पुष्कळसा वर चढल्यावर वायुवाहक नळीचें दुसरें टोंक बोटांनीं घट्ट दाबून धरा. फनेलमध्यें वर चढलेला द्रव त्या जागीं स्थिर राहिल्यास बाटली वाताभेद्य झाली असें समजावें. जस्तावर सल्फ्यूरिकाम्लाचें कार्य सुरू होऊन, वायुवाहक नळीच्या आधरणीखालील भोंकांतून, वायु वर येऊं लागेल, व पाण्यावर बुडबुडे निघूं लागतील. हा वायु शुद्ध हैड्रोजन् असतो काय? हैड्रोजन् वायूच्या दाबानें प्रथम बाटलींतील हवा पुढें रेटली. त्याच्याशीं मिसळून थोडासा हैड्रोजन् प्रथम कांहीं वेळ बाहेर पडूं लागेल. प्रथम एका नळींत पाणी घ्या व त्यावर हवा हैड्रोजन वायु जमवा. ती वायूनें भरल्यावर तिचें तोंड आंगठ्यानें झाकून, तशीच उलटी धरून बाहेर काढा. तिच्या तोंडाजवळ जळती काडी न्या. वायु शांतपणें जळतो, का जळतांना पॉप् असा आवाज होतो? आवाज झाल्यास थोडा वेळ थांबून, नळींत पुन्हां वायु धरून तो शांतपणें जळूं लागत असल्याची खात्री करून घ्या. शुद्ध वायु स्फोट न होतां शांतपणें जळूं लागतो.

आतां पातेल्यांत ठेवलेलीं सारीं नळकांडीं वायूनें भरून घ्या. पाण्याबाहेर काढल्यावर त्यावर झाकणें ठेवून, टेबलावर तशींच

---

1 टीपः—जस्त, लोखंड किंवा मॅग्नेशिअम् या धातूंवर सौम्य सल्फ्यूरिकाम्लाचें किंवा हैड्रोक्लोरिकाम्लाचें कार्य होऊन हैड्रोजन् मिळतो खरा; परंतु बाजारांत दुसऱ्यापेक्षां पहिलेंच अधिक स्वस्त मिळतें; धातूंपैकीं लोखंड जरी स्वस्त असलें तरी सामान्यत: अशुद्ध असल्यामुळें त्यावर आम्लाचें कार्य होऊन मिळणारा वायुही फार अशुद्ध असतो. जस्त हें इतर धातूंपेक्षां स्वस्त व सामान्यतः बरेंच शुद्ध असतें, म्हणून हैड्रोजन् तयार करण्यासाठीं जस्त व सल्फ्यूरिकाम्ल हेच पदार्थ वापरतात.

उपडीं ठेवून द्या. सोड्याची एक रिकामी बाटली सुमारें अर्धी पाण्यानें भरून बाकीच्या अर्ध्यांत हैड्रोजन जमा करा. हें हैड्रोजन व हवा यांचें मिश्रण तयार झालें. या बाटलीला घट्ट बूच बसवून बाजूस ठेवून द्या.

हैड्रोजन वायु निघतांना सल्फ्यूरिकाम्लाचें जस्तावर पुढीलप्रमाणें कार्य होतें:-



$$Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2$$

जस्त सल्फ्यूरिकाम्ल झिंक सल्फेट व हैड्रोजन्

वायूचे गुणधर्म पाहण्यासाठीं पुढीलप्रमाणें प्रयोग करा:-

(१) वायूला वास, रंग किंवा चव आहे काय ?

(२) वायूनें भरलेलें नळकांडें कांहीं वेळ पाण्यांत बुडवून ठेवा. त्यांत पाणी वर चढतें काय? कां चढत नाहीं ?

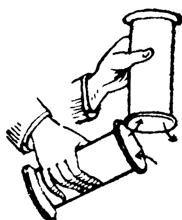


आ. ३७

(३) एक जळती मेणबत्ती नळकांड्याच्या तोंडाशीं धरा व नंतर आंतही सारा. बाहेर काढतांना तोंडाशीं ती पुन्हां पेटलेली दिसते काय ?

(४) वायूनें भरलेल्या दुसऱ्या एका नळकांड्यांत ओला केलेला निळा किंवा तांबडा लिटमसचा कागद बुडवा. कागदाचा रंग बदलतो काय ?

(५) दुसऱ्या एका नळकांड्यांत थोडीशी चुन्याची निवळी टाका व तें सपाटून हलवा. चुन्याच्या निवळीचा रंग बदलतो काय ?



आकृति ३८

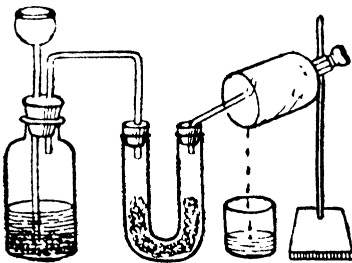
(६) हवेनें भरलेलें एक नळकांडें सरळ उपडें धरून हैड्रोजननें भरलेलें नळकांडें त्याच्या खालीं धरा. थोड्या वेळांत हैड्रोजन् वरच्या नळकांड्यांत जमा होईल. जळत्या मेणबत्तीनें हैड्रोजनची परीक्षा करा. ज्योत जवळ नेल्याबरोबर आवाज होतो कां नाहीं?

(७) हवा व हैड्रोजन् यांच्या मिश्रणानें भरलेली सोड्याची बाटली पाण्याबाहेर काढून, तिच्याभोंवतीं जाड कपडा गुंडाळा. बाटलीचें बूच काढून तिच्या तोंडाजवळ पेटवलेली मेणबत्ती न्या. पूर्वींप्रमाणें हैड्रोजन शांतपणें जळतो का मोठा आवाज होऊन जळतो तें पहा.

वायूचे गुणधर्मः—हैड्रोजन् वायु रंगहीन, रुचिहीन व वासरहित आहे. शिवाय तो लिटमसच्या रंगाबद्दल उदासीन असून, पाण्यांत अविद्राव्य आहे. हा ज्वलनाला मदत करीत नाहीं, परंतु स्वतः ज्वालाग्राही आहे. चुन्याच्या निवळीवर याचें कोणतेंच कार्य होत नाहीं. हवेपेक्षां हा वायु फार हलका आहे. हैड्रोजन् व हवा यांचें मिश्रण स्फोटक आहे.

हैड्रोजन् वायूचें दार्ढ्य अतिशय कमी आहे, किंबहुना तो सर्वांत हलका वायु आहे, हें वर सांगितलें आहेच; इतकें असूनही खालच्या दिशेनें वाहून तो दुसऱ्या वायूमध्यें मिसळूं शकतो. हैड्रोजन वायूनें भरलेलें नळकांडें थोडा वेळ उपडें धरलें तर तो हलका असूनही जड हवेमध्यें मिसळूं शकतो. (आकृति ३८ पहा) हवेच्या नळकांड्यावर हैड्रोजनचें नळकांडें कांहीं वेळ उपडें धरलें तर दोन्ही वायू एकत्रित मिसळतात; जड हवेचा थर खालीं व हलक्या हवेचा थर वर, असें होत नाहीं. ज्या धर्मामुळें सर्व वायु याप्रमाणें एकमेकांत मिसळूं शकतात त्यास संसरण (diffusion) असें म्हणतात.

प्रयोग ४० वा:-हैड्रोजनच्या ज्वलनानें पाणी मिळतें हें दाखविणें:- आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें दुसरी दोन ठिकाणीं वांकवलेली वायुवाहक नळी बुचाच्या दुसऱ्या भोकांत बसवा. एका यू नळींत कॅलशिअम् क्लोराइड निम्यापर्यंत भरून, तिच्या दोहों टोंकास

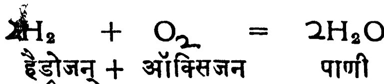


आकृति ३९.

एकेक भोंक असलेलें रबरी बूच बसवा. यू नळीच्या

एका तोंडास वायुवाहक नळीचें टोंक जोडा, व दुसऱ्या तोंडास एक काटकोनांत वांकवलेली व टोंक असलेली नळी बसवा, वायूमध्यें असलेला ओलावा, कॅलशिअम् क्लोराइड शोषून घेईल, व नळीच्या टोंकावाटें कोरडा वायु बाहेर येऊं लागेल. वायु संथपणें येत आहे अशी खात्री झाल्यावर तो पेटवा, व त्याच्या ज्योतीवर हंडी अशा रीतीनें धरा कीं तो वायु तींत जळत राहील. हंडींतील हवा थंड रहावी म्हणून तिच्या बाहेरील बाजूस ओलें फडकें गुंडाळा; व त्यावर वारंवार पाणी शिंपडा. हैड्रोजनच्या ज्वलनामुळें उत्पन्न झालेली वाफ थंड होऊन द्रवाचे कांहीं थेंब खालीं ठेवलेल्या भांड्यांत पडतील.

याप्रमाणें भांड्यांत जमलेला द्रव तपासला असतां तो रंगहीन, वासरहित, व रुचिहीन आढळून येतो. त्याचा उत्कलन बिंदु व थिजण्याचा बिंदु शुद्ध पाण्याच्या बिंदू इतके असल्याचें दिसून येतें. तापविलेल्या मोरचूदाचे खड्यावर याचे कांहीं थेंब टाकल्याबरोबर त्यांना पुन्हां निळा रंग मिळतो. अशा प्रकारच्या परिक्षेवरून जमलेला द्रव पाणीच असला पाहिजे असें आपणांस अनुमान काढतां येतें; म्हणून हैड्रोजन हवेंत जळतो तेव्हां पाणी तयार होतें. हें रासायनिक कार्य पुढील समीकरणानें दाखवितां येतें:–



$$2H_2 + O_2 = 2H_2O$$

हैड्रोजन् + ऑक्सिजन पाणी

हैड्रोजनचे उपयोगः–(१) अतीशय हलका असल्यानें हवाई जहाजें किंवा झेपलीनें याच वायूनें भरतात; परंतु हा ज्वालाग्रही असल्यामुळें उष्णतेनें पेट घेतो, म्हणून तो हवाई जहाजांत वापरणें फार धोक्याचें आहे. R/ नं. १०१ हें ब्रिटिश हवाई जहाज हैड्रोजन् वायूनेंच भरलेलें होतें. त्याच्या पहिल्या प्रवासाचे वेळीं कांहीं कारणामुळें हैड्रोजन वायूनें पेट घेतला व त्याचा सर्वस्वीं नाश झाला.

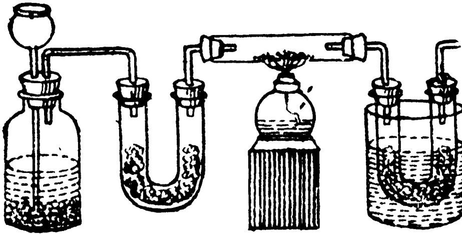
(२) हैड्रोजन हवेंत जळतो तेव्हां तीव्र उष्णता उत्पन्न होते. हवेंत ऑक्सिजनचें प्रमाण शेंकडा २० इतकेंच असल्यामुळें, तितकीशी तीव्र उष्णता उत्पन्न होत नाहीं. म्हणून हा वायु शुद्ध ऑक्सिजनशीं

मिसळून त्याला योग्य अशा 'बर्नर' मधून पेटवितात. या मिश्रणाच्या ज्योतीचें उष्णमान २००० ° सें. असतें; ह्या ज्योतीला '**ऑक्सि-हैड्रोजन् ज्योत**' असें नांव आहे. अॅल्युमिनम् ऑक्साइडचा दगड या ज्योतींत जाळून अॅल्युमिनचा ऑक्साइड असलेलीं रत्नें तयार करतात.

(३) या वायूचा वायुरूप इंधन (Gaseous fuel) म्हणून उपयोग होतो. अधिक उष्णता मिळावी म्हणून कोलगॅस व जलवायु (Water gas) चें मिश्रण करून तें नळयांमधून आणून पेटवितात.

(४) कित्येक पदार्थांतील ऑक्सिजनबरोबर संयोग पावून, त्या पदार्थांतील ऑक्सिजन कमी करण्याची किंवा समूळ काढून घेण्याची शक्ति हैड्रोजनमध्यें आहे. काळा कॉपर ऑक्साइड हैड्रोजनच्या प्रवाहांत तापविला तर, ऑक्सिजनचा हैड्रोजनशीं संयोग होऊन, मागें तांबें शिल्लक राहतें.

प्रयोग ४१ वा:-तापलेल्या काळ्या कॉपर ऑक्साइडवर हैड्रोजनची होणारी विक्रिया पाहणें. हैड्रोजनची वायुवाहक नळी कॅलशिअम् क्लोराइडच्या नळीच्या एका टोकास जोडा. (आकृति ४० पहा)



आकृति ४०.

दुसऱ्या टोकास कॉपर ऑक्साइड असलेली कठीण नळी जोडा. तिच्या दुसऱ्या टोकास एक काटकोनांत वांकवलेली नळी जोडा. तिचें एक टोक बशींत सोडा. (आकृतींत डाव्या बाजूस बशी ऐवजीं कॅलशिअम् क्लोराइड भरलेली नळी दाखविली आहे.) हैड्रोजनचा प्रवाह सुरू होतांच कॉपर-ऑक्साइड दिव्याच्या ज्योतीवर खूप तापवा. त्याबरोबर कांहीं वेळानें कॉपर-ऑक्साइड-मधील ऑक्सिजन् सुटा होऊन हैड्रोजनशीं संयुक्त होईल. व बशींत पाणी जमा होईल.

पुढील समीकरण पहा:- $H_2 + CuO = Cu + H_2O$

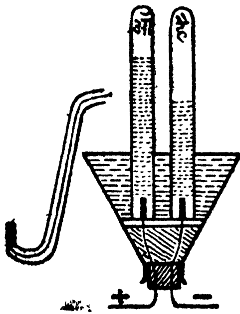
हैड्रो. कॉ. ऑ. तांबें + पाणी

याप्रमाणें हैड्रोजनमध्यें, ऑक्साइडमधला ऑक्सिजन मोकळा करण्याची शक्ति आहे; परंतु ही क्रिया होत असतां हैड्रोजन स्वतःच ऑक्सिजन्‌बरोबर संयुक्त होतो. याला '**ऑक्सिडेशन्**' असें म्हणतात.

पाणी व त्याची घटना.

पाणी हें हैड्रोजन् व ऑक्सिजन् या मौलांचा संयुग आहे हें आपण वर पाहिलें आहेच. तसें नसतें तर हैड्रोजन् हवेंत जाळल्यानें पाणी बनलें नसतें; अगर सोडियम धातूचें पाण्यावर रासायनिक कार्य होऊन हैड्रोजनही मिळाला नसता. म्हणून आतां आपण पाण्याची विशिष्ट घटना काय आहे ती समजून घेऊं; हीं दोन्हीही मौलें वायुरूप असल्यानें, त्यांचा संयुग बनतांना व्याप व वजन या दोहोंचेंही प्रमाण काय राहतें तें पाहतां येईल. ही घटना आपणास विघटन व एकीकरण या दोहों रीतीनें ठरवितां येते. विघटनेच्या रीती दोन (१) व्यापविशिष्ट (२) वजन-विशिष्ट. यांपैकीं आपणास विघटनेच्या दोन रीती कोणत्या व त्यांत पाणी बनणाऱ्या मौलांचे व्याप व वजन हीं कशीं निश्चित होतात हें समजून येईल.

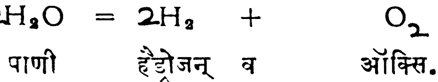
प्रयोग ४२ वाः–विद्युत् सहायानें पाण्याचें व्यापविशिष्ट विघटन करणेंः–आकृतींत दाखविलेल्या उपकरणास व्होल्टॅमीटर असें म्हणतात. [हें एक कांचेचें भांडें असून, त्याच्या खालच्या तळास दोन भोंकें असतात. त्यांतून तांब्याच्या तारा आत आणून त्याच्या शेवटास प्लॅटिनमचे तुकडे जोडलेले असतात. या तुकड्याभोंवतीं, मेण पसरून तो भाग जलाभेद्य (Water-tight) केलेला असतो. तांब्याच्या तारांचीं दुसरीं दोन टोंकें त्याच्या लाकडी बैठकीवरील दोन स्क्रूमध्यें वेगवेगळीं आणून बसवलेलीं असतात. वायु जमविण्यासाठीं दोन विलेखित नळ्याही * प्लॅटिनमच्या टोंकावर उभ्या धरण्याची सोय



आकृति ४१.

*व्होल्टॅमीटरमधील प्लॅटिनमच्या पत्र्यांना इलेक्ट्रोड असें म्हणतात; विद्युन्मालेच्या धनटोंकाला जोडलेल्या इलेक्ट्रोडला ॲनोड व ऋणटोंकाला जोडलेल्या इलेक्ट्रोडला कॅथोड असें म्हणतात.

केलेली असते.] या व्होल्टॅमीटरमध्यें सल्फ्यूरिकाम्ल-मिश्रित पाणी घाला; आणि प्लॅटिनमच्या टोंकावर पाण्यानें भरलेल्या नळ्या उपड्या धरा. नंतर विद्युत्प्रवाह सुरू करण्यासाठीं बॅटरीची दोन टोकें बैठकीवरील दोन स्क्रूना वेगवेगळीं जोडा. विद्युत्प्रवाह सुरू झाल्याबरोबर प्लॅटिनमच्या टोंकांवर बुडबुडे दिसूं लागतील. थोड्याच वेळांत धनटोकापेक्षां ऋणटोकाकडे दुप्पट वायु जमल्याचें दिसून येईल. वायूनें याप्रमाणें नळ्या भरल्यावर, त्या वायूची तपासणी करा. धनटोकावरचा वायु ऑक्सिजन्, व ऋण टोकावरचा हैड्रोजन् असल्याचें दिसून येईल. ही विक्रिया पुढील समीकरणा-प्रमाणें घडून येतें:--

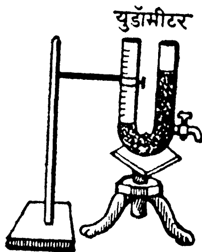


$2H_2O = 2H_2 + O_2$

पाणी हैड्रोजन् व ऑक्सि.

पाण्याची व्यापविशिष्ट घटना

पाण्याचें व्यापविशिष्ट एकीकरण 'यूडॉमीटरच्या' सहायानें करतां येतें. ऑक्सिजन आणि हैड्रोजन यांच्या ठराविक व्यापाचें मिश्रण एकत्रित आणून, व दिव्याच्या ज्योतीनें अगर विद्युत् ठिणगीनें पेटवून, कॅव्हेंडिश व प्रीस्टले या उभयतांनीं स्फोट होत असल्याचें व पाणी बनत असल्याचें दाखविलें.



आकृति ४२

प्रयोग ४३ वा:-यूडॉमीटरच्या सहायानें हैड्रोजन व ऑक्सिजन् यांचा संयोग करून पाणी बनतें हें दाखविणें:-

यूडिऑमीटरची [ही एक ट्यूबच्या आकाराची नळी असून हिचें एक टोक बंद केलेलें असतें. बंद केलेली नळी विलेखित असून, तिच्या बंद केलेल्या वरच्या टोंकाजवळ विद्युत्-प्रवाह आंत सोडण्याची व्यवस्था केलेली असते (आकृति पहा.)] बंद असलेली नळी पूर्णपणें व उघड्या नळीचा कांहीं भाग वाऱ्यानें भरा. लांब वायुवाहक नळीनें कोरडा हैड्रोजन् उघड्या नळीच्या

खालच्या बाजूस आणून, तेथील तोटीनें बंद असलेल्या नळीच्या निम्या भागापर्यंत भरा. उघड्या नळींत पारा भरून दोन्ही नळ्यांतील पारा एकाच पातळींत आणा. आतां बंद नळींत हैड्रोजन वायूवर हवेच्या दाबाएवढा दाब होईल. वायूचा व्याप मोजा. बंद नळीचा $\frac{3}{4}$ भाग भरेपर्यंत त्यांत कोरडा ऑक्सिजन सोडा; पुन्हां दोन्ही नळ्यांतील पारा समपातळींत आणा, आणि वायूच्या मिश्रणाचा व्याप मोजा. नंतर उघडी नळी पूर्णपणें पाऱ्यानें भरून, तिचें तोंड बंद करा. विद्युत् ठिणगीनें मिश्रणाचा स्फोट करा. एक क्षणच विजेचा प्रकाश चमकून दोन्ही वायूंचा संयोग होईल. नळीमध्यें वायूचा कांहीं भाग संयोग न होतां राहील. पाऱ्याची पातळी पाहून, किती वायु शिल्लक राहिला तो मोजा. त्याचे गुणधर्म पहा.

हैड्रोजन् वायूचे दोन भाग, ऑक्सिजन् वायूच्या एका भागाबरोबर संयुक्त होऊन पाणी बनतें. बनलेल्या पाण्याचा व्याप फारच थोडा असतो. जर यांपैकीं एकादा वायू प्रमाणापेक्षां अधिक घेतला गेला तर तेवढा अधिक घेतलेला भाग तसाच राहतो.

पाण्याची परिमाणविशिष्ट-घटना.

ऑक्सिजन् व हैड्रोजन् वायू विद्युत्शक्तीनें एकमेकाशीं संयुक्त होतात, एवढेंच नव्हे तर हैड्रोजनच्या अंगीं ऑक्सिजनच्या संयुगामधूनही तो वेगळा करण्याचें सामर्थ्य आहे. पाण्याची परिमाण-विशिष्ट घटना कशी असते हें ठरविण्याच्या कामीं हैड्रोजन्च्या या गुणधर्माचा उपयोग केलेला आहे.

प्रयोग ४४ वाः-(काळा) कॉपर ऑक्साइडच्या सहाय्यानें पाण्याच्या घटकाचें परिमाणविशिष्ट प्रमाण ठरविणें:-थोडासा काळा कॉपर ऑक्साइड एका लहान चिनीमातीच्या बशींत वजन करून घ्या. तो कोरड्या कांचेच्या नळींत काळजीपूर्वक ठेवा. प्रयोगाची सर्व मांडणी ४० व्या प्रयोगाप्रमाणेंच आहे. फक्त जमलेल्या पाण्याची वाफ गोळा करण्यासाठीं, कांचेच्या नळीच्या दुसऱ्या टोकालाही, कॅशलिअम् क्लोराइडनें अर्धी भरलेली

यू नळी तिचें तंतोतंत वजन घेऊन जोडा. आतां काळा कॉपर ऑक्साइड खूप तापवा, व तो याप्रमाणें तापत असतां त्यावरून कोरड्या हैड्रोजन् वायूचा प्रवाह सोडा. हैड्रोजनूचा परिणाम काळ्या कॉपर ऑक्साइड्वर होऊं लागून, त्या जागीं लाल पदार्थ दिसूं लागल्यावर कांहीं वेळानें नळींतील सर्व पाणी व वाफ, कॅलशिअम्‌-क्लोराइडनें भरलेल्या यू नळींत घालविण्यासाठीं, ती नळी तिच्या एका टोंकापासून दुसऱ्या टोंकापर्यंत तापवा. उपकरण थंड झाल्या-वर कांहीं वेळानें आडव्या नळींतील बशी काढून घेऊन तिचें परत वजन करा. तें पूर्वीइतकेंच भरतें काय ? कमी झालें अस-ल्यास किती कमी झालें तें काळजीपूर्वक पहा. पाणी जमा झालेल्या यू नळीचेंही फिरून वजन करा; व त्यांत किती वाढ झाली तें नमूद करा.

वरील प्रयोगांत वजनें कशीं काढावयाचीं हें पुढें दिलेल्या उदाहरणावरून कळून येईल.

(१) प्रयोगाचे सुरवातीस काळया कॉपर ऑक्साइडसह बशीचें वजन	ग्रॅ. ५७·८०६
(२) हैड्रोजनचें कार्य झाल्यावर शिल्लक राहिलेल्या पदार्थासह बशीचें वजन	ग्रॅम् ५७·००२
∴ हैड्रोजन बरोबर संयुक्त झालेल्या ऑक्सिजनचें वजन	ग्रॅम् ·८०४
(३) कॅलशिअम् क्लोराइड असलेल्या यू नळीचें प्रारंभींचें वजन	ग्रॅम ६४·४१८
प्रयोग संपल्यानंतर त्याच नळीचें वजन	६५·३२० ग्रॅम्
∴ मिळालेल्या पाण्याचें वजन	·९०२ ,,

∴ हैड्रोजनचें वजन (पाण्याचें वजन) – (ऑक्सिजनचें वजन)

= ·९०२ – ·८०४ ग्रॅम

= ·०९८ ,,

∴ '०९८ ग्रॅम हैड्रोजन् '८०४ ग्रॅम ऑक्सिजन्शीं संयुक्त होतो असें समजतें. यावरून १ ग्रॅम हैड्रोजन् ८'१ ग्रॅम ऑक्सिजन्शीं संयुक्त होतो.

अमेरिकन् रसायन-शास्त्रज्ञ **मोर्ले** व फ्रेंच रसायन-शास्त्रज्ञ '**ड्युमास**' या दोघांनीं अतिशय काळजीपूर्वक प्रयोग करून, पाण्याच्या घटकाचें वजनी प्रमाण ठरविलें आहे. हैड्रोजन्चा वजनी एक भाग ऑक्सिजन्च्या ७'९४ वजनीं भागाशीं संयुक्त होऊन ८'९४ भाग वजनीं पाणी मिळतें. परंतु नेहमींची रासायनिक आंकडेमोड सोपी व्हावी म्हणून वजनीं एक भाग हैड्रोजन्, वजनीं ८ भाग ऑक्सिजन्शीं संयुक्त होऊन वजनीं ९ भाग पाणी मिळतें, असें समजतात.

चिनी मातीच्या नळींतील तांबूस कणांची परीक्षा केली तर ते कण तांब्याचे असल्याचें दिसून येतें. हें रासायनिक कार्य कसें घडून येतें हें मागील समीकरणांत दाखविलें आहेच.

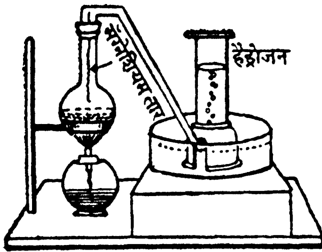
या ठिकाणीं काळया कॉपर ऑक्साइडमधला ऑक्सिजन् हैड्रोजन्-मुळें वेगळा केला गेला. अर्थात् मागें सांगितल्याप्रमाणें हैड्रोजन्नें हारक कार्य केलें.

सोडियम् धातूच्या सहायानें पाण्याचें गुणविशिष्ट विघटन करतां येतें हें मागें पाहिलें आहेच. तसें लोखंड व मॅग्नेशिअम् सुद्धां पाण्याचें विघटन करूं शकतात. एवढेंच नव्हे तर त्याच्या योगानें प्रयोग ४१ प्रमाणें दोन वायूंचा कोणत्या प्रमाणांत संयोग होऊन पाणी बनतें हेंही ठरवितां येतें.

प्रयोग ४५ वाः-वाफेमध्यें मॅग्नेशिअम्ची तार जाळून पाण्याचें विघटन करणेंः-आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें *चंबूमध्यें पाणी तापवा. त्याला उकळी फुटेल. प्रथम चंबूंतील हवा निघून जाईल. मागून वाफ जोरानें बाहेर जाऊं लागेल. बुचाच्या टोंकाला टोंचलेली मॅग्नेशिअम्ची तार पेटवून झटकन् बूच बसवा. मॅग्नेशिअम्ची तार जळण्याची थांबत नाहीं. तिच्या ज्वलनाला

---

* कांचेपेक्षां धातूचा चंबू पाणी तापविण्यास घेतल्यास अधिक बरें.



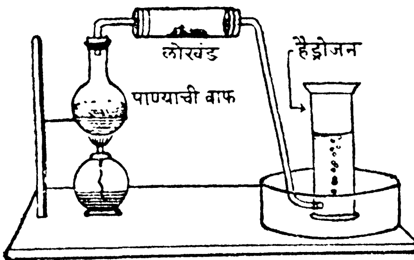
आकृति ४५

लागणारा ऑक्सिजन् वाफेपासून मिळतो; तिचा एक घटक-ऑक्सिजन्-मॅग्नेशिअम्बरोबर संयुक्त होतो व हैड्रोजन् मोकळा होऊन नळीवाटें आधारणीवरील नळकंड्यांत जमा होतो. नंतर नळकांडें पातेल्याबाहेर काढून त्याच्या तोंडाशीं जळती मेणबत्ती धरा. हैड्रोजन् जळूं लागतो कां नाहीं ?

चंबूच्या तळाशीं जमलेली पांढरी राख तपासून पहा. मॅग्नेशिअम् हवेंत जळल्यावर मिळणाऱ्या राखेसारखीच ती आहे काय ?

याप्रमाणें वाफेचें विघटन केलें असतां तुम्हांस असें कळून येईल कीं, ऑक्सिजन् व हैड्रोजन् हेच पाण्याचे घटक आहेत.

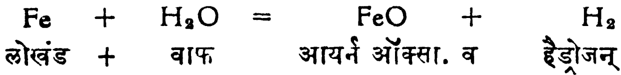
प्रयोग ४७ वा:–तापलेल्या लोखंडावरून वाफ सोडून, पाणी विघटित करणें व त्याच्या घटकाचें वजनीं प्रमाण ठरविणें:–ज्वलन-नळीमध्यें (Combustion tube) थोडासा कीस घेऊन त्याचें तंतोतंत



आकृति ४६.

वजन करा. या नळीचें एक टोक पाण्याची वाफ तयार होत असलेल्या चंबूच्या तोंडाशीं जोडा. (हा चंबू आकृतींत दाखविला आहे.) ज्वलननळीचें दुसरें टोक वायूवाहक नळीशीं जोडा, व तिचा दुसरा शेवट चिनी मातीच्या भांड्यांतील आधारणीखालीं ठेवा. हैड्रोजन् जमविण्यासाठीं आधारणीवर पाण्यानें भरलेलें नळकांडें उपडें करून ठेवा. एवढी तयारी झाल्यावर चंबूतील पाणी तापविण्यास लागा. पाण्याची वाफ लोखंडावरून जातांना तिचें विघटन होईल. लोखंडाचा रंग पहा.

तो आतां तांबूस झालेला दिसेल. नळकंड्यामध्यें वायु जमा होईल. त्याचा व्याप मोजा. तें बाहेर काढून त्यांत जळती मेणबत्ती सोडा. त्याच्या गुणधर्मावरून तो हैड्रोजन् आहे कां नाहीं तें पहा. ज्वलन-नळीचें फिरून वजन करून, तिच्या वजनांत झालेली वाढ नमूद करा. या वाढीवरून तुम्हांस ऑक्सिजन्चें वजन कळेल. हैड्रोजन्चा व्याप व दाढ्र्य यावरून तुम्हांस त्याचेंही वजन कळेल. येथें वाफेचें लोखंडावर होणारें रसायन-कार्य पुढील समीकरणाप्रमाणें होतें:—



याप्रमाणें पाण्याची परिमाणविशिष्ट घटना त्याच्या विघटनेनेंही काढतां येते.

पाण्याचे कायिक गुणधर्म

शुद्ध पाणी पारदर्शक व रंगहीन असतें. पाण्याची खोली बरीच असेल तर तें हिरवट निळ्या रंगाचें दिसतें. तें ०° सें. अंशावर थिजतें. हवेचा दाब सामान्य असतांना १००° सें. अंशांवर उकळूं लागतें. त्याचें वि. गु. १ आहे. पुष्कळ शास्त्रीय बाबींत (वि.गुरुत्व, विशिष्ट उष्णता इ०) तें प्रमाणभूत पदार्थ म्हणून समजलें गेलें आहे. पाण्यांत पुष्कळच पदार्थ (स्थाणु, द्रव किंवा वायुरूप) विरघळतात. त्यामुळें शुद्ध पाणी सांपडणें मुष्किलीचें आहे. पाणी सजीव प्राण्याचें किंवा वनस्पतीचें जीवन आहे. शिवाय याचा उपयोग व्यवहारांत तसेंच रसायन-शास्त्रांतही करतात. बरेच पदार्थ पाण्यांत विरघळत नाहींत. जे विरघळतात त्यांचीही विद्रुति वेगवेगळी आहे. याचा उपयोग ते एकमेकांपासून वेगळे करण्याकडे कसा करतात हें आपण मागें पाहिलें आहेच. पाण्यांत हवेंतील ऑक्सिजन् विरलेला असतो हें दुसऱ्याही रीतीनें दाखवितां येतें. मासे नेहमींच्या पाण्यांत जगतात; कारण त्यांत ऑक्सिजन् विरलेला असतो, तो त्यांना श्वासोच्छ्वासासाठीं मिळूं शकतो. परंतु तेंच पाणी उकळून त्यांतला ऑक्सिजन् काढून टाकला, व मग तें थंड करून त्यांत मासा टाकला तर तो तावडतोब मरतो.

पाण्याचे रासायनिक गुणधर्म.

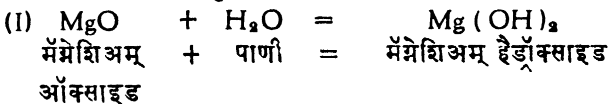
पाणी हें ऑक्सिजन् व हैड्रोजन् यांचा संयुग असल्याचें आपण वर पाहिलें आहेच. अर्थात् त्याच्या घटकाचे गुणधर्म त्याच्या गुणधर्माहून वेगळे असतात हें सांगावयास नकोच. पाण्याच्या कांहीं ऑक्साइडांबरोबर रासायनिक संयोग होऊन त्याचे हैड्रॉक्साइड बनतात. मोरचुदाची लाही पाण्यांत टाकली असतां, तिला स्फटिकरूप व पूर्वीचा निळा रंग प्राप्त होतो. सोडियम्, पोटॅशियम् इ० धातू पाण्यांत टाकल्या असतां, पाण्याचें विघटन होऊन हैड्रोजन् वेगळा होतो. कॅलशिअम् कार्बाइडवर पाणी पडलें तर, त्याच्यावर रासायनिक कार्य होऊन ॲसिटिलीन् वायु सुटा होतो.

प्रयोग ४८ वाः–मॅग्नेशिअम् ऑक्साइड, किंवा चुनकळी यांच्यावर पाण्याचें काय कार्य होतें तें तपासणें:—

(अ) मॅग्नेशिअम् धातूच्या पट्टीला ओल्या तांबड्या लिटमसच्या कागदाचा स्पर्श करा. त्याचा तांबडा रंग बदलतो काय ? आतां ती पट्टी जाळा, व जी पांढरी राख मिळते, त्याच्यावर थोडें पाणी टाका. तोच तांबडा कागद या विद्रवामध्यें बुडवा. तांबडा रंग बदलतो काय ?

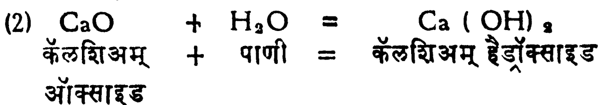
(ब) एका लोखंडी पत्र्यावर थोडीशी चुनकळी ठेवा. त्यावर ओला तांबडा लिटमसचा कागद हलक्या हातानें चोळा. कागदाच्या रंगांत फरक पडतो काय ? आतां त्यावर थोडें पाणी टाका. चुन्याचा भुगा होऊं लागून, त्यांतून पाण्याच्या वाफ निघूं लागतात कीं नाहीं तें पहा.

या विद्रवांत तांबडा लिटमसचा कागद बुडवा. पहा, तो निळा होतो. हें रासायनिक कार्य पुढील समीकरणाप्रमाणें होतें:–



(1) $MgO + H_2O = Mg(OH)_2$

मॅग्नेशिअम् ऑक्साइड + पाणी = मॅग्नेशिअम् हैड्रॉक्साइड



(2) $CaO + H_2O = Ca(OH)_2$

कॅलशिअम् ऑक्साइड + पाणी = कॅलशिअम् हैड्रॉक्साइड

दुसऱ्या प्रयोगांत चुनकळीचा पाण्याशीं संयोग होऊन उत्पन्न होणाऱ्या उष्णतेमुळें पाण्याची वाफ होते; व ती वाफ चुनकळींतून बाहेर येऊं पाहते. यामुळें चुनकळीचा भुगा होऊं लागतो. यासच चुना (Slaked lime) असें म्हणतात. पुष्कळ पाणी घातल्यास चुनकळया थोड्या प्रमाणांत पाण्यांत विरतात; पाणी घालून बराच वेळ झाला म्हणजे ओला चुना खालीं बसतो; व वर स्वच्छ निवळी राहते. हिलाच चुन्याची निवळी (Lime water) असें म्हणतात.

पाण्याच्या वाफेवर तापविलेलें लोखंड,मॅग्नेशिअम् किंवा तांबें यांचें कोणतें रासायनिक कार्य होतें तें आपण पाहिलें आहेच.

पाण्याचें अभिसरण

मुलांनो, आपण आज जें पाणी पितों तेंच जगाच्या आरंभींही या पृथ्वीवरून वहात होतें, याची तुम्हांस कल्पना आहे काय ? ढगांतून पाऊस पडतो, पावसाचें पाणी नद्या, नाले या मार्गानें समुद्रास मिळतें ; कांहीं, विहिरी व तलाव या ठिकाणीं साठतें; या निरनिराळया लहानमोठ्या पाण्याच्या प्रदेशांतून बाष्पीभवनाचें कार्य सतत चालू आहे. ही वाफ आकाशांत जाऊन ढगाच्या रूपानें राहते; व हवामानाच्या निरनिराळया परिस्थितींत पाऊस, हिम, दंव या रूपानें जमीनीवर पडते. " थोडक्यांत, **जेथून पाऊस येतो, तेथेंच तो पुन्हां परत जातो.** " याप्रमाणें पाण्याचें अभिसरण सतत चालू आहे.

स्वाभाविक रीतीनें मिळणारें पाणी—पाऊस, नद्या, तळीं, विहिरी, समुद्र इ.—शुद्ध असत नाहीं. तें तसें नसतें याचें कारण पाण्यामध्यें असलेली पदार्थ विरविण्याची शक्ति. त्यांतल्या त्यात उघड्यावर भांडें ठेवून गोळा केलेलें पावसाचें पाणी शुद्ध असें म्हणावयास हरकत नाहीं; परंतु पाऊस पडत असतांना, त्याला वातावरणामधून जावें लागतें; तेव्हां वातावरणांतील वायूही त्यांत थोड्या प्रमाणांत विरतात. शुद्ध पाणी याचा अर्थ, ज्यामध्यें कोणताही पदार्थ—मग तो कोणत्याही स्वरूपांत असो—विरलेला सांपडत नाहीं तें.

हें शुद्ध पाणी बेचव असतें. आपण पितों त्या पाण्याला जी एक प्रकारची चव असते, ती त्यांतील विरलेल्या लवणामुळेंच होय. भिन्न भिन्न

विहिरींचें किंवा नद्यांचें पाणी घेतलें तर त्याची रुचि वेगवेगळी असते. कारण, त्यांत भिन्न भिन्न लवणें विरलेलीं असतात. परंतु त्याची मुख्य चव त्यांत विरलेल्या वायूमुळें आलेली असते. हे वायू म्हणजे हवेंतील ऑक्सिजन्, नैट्रोजन्, कार्बन–डाय–ऑक्साइड वायु हे होत. पाणी उकळलें म्हणजे हे वायु निघून जातात, व उकळलेलें पाणी बेचव लागूं लागतें.

पाण्याचे निरनिराळे प्रकार

(१) पावसाच्या पाण्यांत, तें अंतरालांतून जमिनीवर पडत असतां हवेंतील निरनिराळे वायू व धुळीचे कण विरतात; व त्यांत हवेंतील सूक्ष्म जंतूही मिसळतात. खेडेगांवांत उघडया मैदानावर जमा केलेलें पावसाचें पाणी, शहरगांवांत जमा केलेल्या पावसाच्या पाण्यापेक्षां अधिक शुद्ध असतें. कारण, खेडयाची हवा शहरच्या हवेपेक्षां अधिक शुद्ध असते.

(२) जमिनीवर पडलेल्या पावसाच्या पाण्यापैकीं बराच भाग जमीनींत मुरतो. जमिनीच्या निरनिराळया थरांतून हे पाण्याचे प्रवाह वहात असतात; व वहातांना तेथील लवणेंही त्यांत विरतात. त्यामुळें जमीनीच्या निरनिराळया प्रकारांप्रमाणें कांहीं विहिरींचें पाणी गोड व कांहींचें खारट असतें.

विहिरीच्या पाण्यांत बहुधा कॅलशिअम्, मॅग्नेशिअम् व लोखंड यांचीं लवणें किंवा सोडियम् व पोटॅशिअम् धातूचीं लवणें कमी अधिक प्रमाणात, (सल्फेट) विरलेलीं असतात.

(३) झऱ्याचें पाणी:–कांहीं ठिकाणीं जमिनीच्या पोटांतून पाणी आपोआप उसळून वर येऊं लागतें. अर्थात् वर येतांना जमिनींतील कांहीं लवणेंही त्यांत विरतातच. अशा प्रकारचे झरे विशेषतः निद्रित ज्वालामुखीच्या प्रदेशाजवळ असल्यानें त्यांत इतर लवणांबरोबर कांहीं औषधी (विशेषतः गंधकाचीं) लवणेंही विरलेलीं असतात. हें पाणी विशेष पाचक असून, कांहींमध्यें तर खरजेसारखे त्वचेचे रोग बरे करण्याचे गुणधर्म असतात.

पृथ्वीच्या भूपृष्ठाखालचे थर सगळे सारखे निवालेले नाहींत. ज्या ठिकाणीं हे थर अजून फार तप्त आहेत; त्या ठिकाणीं सुद्धां कांहीं पाण्याचे

झरे उत्पन्न झाले आहेत. हें पाणी अतिशय कढत असतें. यांना उष्ण पाण्याचे झरे असें म्हणतात.

(४) जमिनीवर वाहतांना पावसाच्या पाण्याचे लहान मोठे प्रवाह बनतात. यांपैकीं कांहीं एकमेकांत मिळून जो एक मोठा प्रवाह बनतो तीच नदी होय. या पाण्यांत, पावसाच्या पाण्यांत विरघळलेले वायु असतातच; शिवाय ती ज्या जमिनींतून वाहात जाते, त्यांतलींही लवणें त्यांत विरतात. तिच्या तीरावर असलेल्या वृक्षांचीं पानें व इतर कुजके नासके पदार्थ त्यांत मिसळतात. शेजारीं वसलेल्या खेडेगांवांतील लोकही हें पाणी वापरून घाण करतात. नदीकाठीं वसलेल्या पुष्कळ शहरांतील नाल्यांचें पाणी, या प्रवाहांतच सोडलेलें असतें. या सर्व कारणांमुळें नदीचें पाणी फार अशुद्ध झालेलें असतें. पिण्यासाठीं त्याचा उपयोग करण्यापूर्वी तें मागें सांगितलेल्या फिल्टरच्या पद्धतीनें शुद्ध करून घ्यावें लागतें. शहरच्या पाण्यांत सांसर्गिक रोगाचे जंतू आढळल्यास त्यांत पोटॅशिअम् परमँगॅनेट टाकून किंवा क्लोरिन्‌वायु सोडून तें शुद्ध करतात.

समुद्राचें पाणी:— नद्यांतील पाणी शेवटीं समुद्राला मिळतें. म्हणून समुद्राच्या पाण्यांत नदीच्या पाण्यांतील सर्व द्रव्यें असतातच; शिवाय तेथल्या जमिनींतीलही लवणें त्या पाण्यांत विरलेलीं असतात. निसर्गानें दिलेल्या सर्व प्रकारच्या पाण्यापैकीं समुद्राच्या पाण्यांत अधिक पदार्थ विरलेले असतात. त्यांत मुख्यतः मीठ पुष्कळच असतें; व तें मागें सांगितलेल्या रीतीप्रमाणें त्यांतून काढून घेतात. (पाण्यासंबंधीं अधिक माहिती ३३ पानांत आली आहे ती पहावी.)

कठीण आणि मृदु पाणी:—पिण्याशिवाय पाण्याचा धुण्याकडेही उपयोग होतो. धुतांना कपड्याची घाण काढून टाकण्यासाठीं आपण साबणाचा उपयोग करतों. साबण लावतांना त्यांतून फेस निघतो, व तो कपड्यास चोळल्यानें ते स्वच्छ निघतात. परंतु समुद्राचें पाणी वापरल्यास, साबणास फेस येत नाहीं. समुद्राच्या पाण्याखेरीज दुसऱ्याही पुष्कळ ठिकाणच्या पाण्यानें साबणास बरोबर यावा तसा फेस येत नाहीं. अशा पाण्याला **कठीण जल** (Hard water) असें म्हणतात. उलट पक्षीं ज्या पाण्यांत साबणाचा चांगला फेस तयार होतो, तें धुण्यास फार चांगलें असतें. अशा पाण्यास **मृदु जल** (Soft water) असें म्हणतात.

प्रयोग ४९ वाः–पाण्याची कठीणता तपासणें:–पंचपात्रांत थोडेसें (२५ घ. सें.) पाणी घेऊन त्यांत २ ग्रॅम् मॅग्नेशिअम् किंवा कॅलशिअम् सल्फेट टाकून त्याचा विद्रव तयार करा. दुसऱ्या एका पंचपात्रांत तितकेंच शुद्ध पाणी घ्या. एका नळींत थोडासा साबणाचा फेस तयार करा. दोन्हीही पंचपात्रांतील पाण्यांत त्याचा सारखाच भाग टाकून, काय फरक दिसतो तो पहा. शुद्ध पाण्याबरोबर फेस एकरूप झालेला दिसेल तर मॅग्नेशिअम् सल्फेटच्या पाण्यांत तो टाकल्याबरोबर, तें नासलेल्या दुधासारखें दिसूं लागेल. याचें कारण पुढील समीकरणावरून कळेल:—

सोडियमचें		मॅग्नेशिअम् किंवा		मॅग्नेशिअम् किंवा		सोडियम्
लवण असलेलें	+	कॅलशिअम्	=	कॅलशिअम्चीं	+	सल्फेट
साबण		सल्फेट		लवणें(अविद्राव्य) व		(विद्राव्य)

म्हणून अशा प्रकारचें कठीणजल कपडे धुण्यासाठीं वापरलें, तर त्यांत पुष्कळ साबण व्यर्थ खर्च होतें. तेव्हां अशा प्रकारच्या पाण्याचें मृदुजलांत रूपांतर करून घेणें अधिक श्रेयस्कर. परंतु ही कठिणता नुसतें पाणी उकळण्यासारख्या साध्या उपायानें नाहींशी होत नाहीं, म्हणून अशा प्रकारच्या कठिणतेस **कायमची कठिणता** (Permanent Hardness) असें म्हणतात. ती घालविण्यासाठीं, त्यांत वॉशिंग सोडा प्रमाणशीर मिसळावा लागतो. याचें कार्य पाण्यांतील विद्राव्य पदार्थावर (कॅलशिअम् अगर मॅग्नेशिअम् सल्फेट) होऊन कॅलशिअम् व मॅग्नेशिअम् यांचे अविद्राव्य कार्बोनेट बनतात, व पाण्यापासून वेगळे होऊन तळाशीं बसतात. ही विक्रिया पुढील समीकरणानें दाखवितां येते. हें दुहेरी विघटनेचें एक उदाहरण आहे.

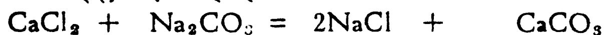


$$CaSO_4 + Na_2CO_3 = CaCO_3 + Na_2SO_4$$

कॅलशिअम् ↘ सोडियम् = कॅलशिअम् + सोडियम्
सल्फेट ↗ कार्बोनेट = कार्बोनेट (अविद्राव्य) सल्फेट (विद्राव्य)

विद्राव्य सोडियम् सल्फेटचें साबणावर कांहींही कार्य होत नाहीं. त्यामुळें फेस वाटेल तेवढा व ताबडतोब मिळतो.

कॅलशियम् अगर मॅग्नेशिअम् क्लोराइडामुळें जर पाण्यास कठिण-पणा आला असेल, तर तोही धुण्याचा सोडा त्यांत मिसळल्यानें नाहींसा होतो; कारण त्याची कॅलशिअम् सल्फेटवर जशी विक्रिया होते, तशीच कॅलशिअम् क्लोराइडवरही होते.



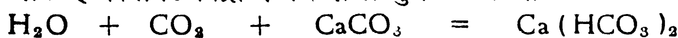
$CaCl_2 + Na_2CO_3 = 2NaCl + CaCO_3$

कॅलशिअम् ↘ सोडियम् = सोडियम् + कॅलशिअम्

क्लोराइड ↗ कार्बोनेट = क्लोराइड(विद्राव्य) कार्बोनेट(अविद्राव्य)

म्हणून हा क्लोराइड अविद्राव्य स्वरूपांत विद्रवाच्या बाहेर पडल्यानें पाणी मृदु होतें.

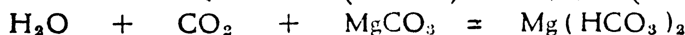
तात्पुरता कठिणपणा—झरे, नद्या, सरोवरें, विहिरी, यांना पावसाच्या पाण्याचा पुरवठा होतो. हें पाणी पुष्कळ वेळां जमिनीवरून किंवा जमिनीच्या पृष्ठभागाखालून बऱ्याच लांबपर्यंत वहात गेल्यामुळें जमिनींतील अनेक पदार्थ त्यांत विरघळलेले असतात; कॅलशिअम् कार्बोनेट (चुना) किंवा मॅग्नेशिअम् कार्बोनेट असलेल्या जमिनीच्या थरांतून तें वहात गेलेलें असल्यास वरील लवणें कमीअधिक प्रमाणांत त्यांत विरघळतात. पाण्यांत विद्रुत झालेल्या कार्बन-डाय-ऑक्साइडच्या आंगीं हे कार्बोनेट विद्राव्य करण्याचा गुणधर्म असतो.



$H_2O + CO_2 + CaCO_3 = Ca(HCO_3)_2$

पाणी + कार्बन + कॅलशिअम् कॅलशिअम्

डायॉक्साइड कार्बोनेट (अविद्राव्य) **बायकार्बोनेट** (विद्राव्य)



$H_2O + CO_2 + MgCO_3 = Mg(HCO_3)_2$

पाणी + कार्बन-डाय + मॅग्नेशिअम् मॅग्नेशिअम् ,,

डायॉक्साइड कार्बोनेट (अविद्राव्य) **बाय-कार्बोनेट**(विद्रा.)

या लवणामुळें पाण्याला कठिणता येते; कारण असल्या पाण्यांत साबणाचा फेस चांगलासा तयार होत नाहीं.

प्रयोग ५० वा:—एका नळींत थोडीशी चुन्याची निवळी घ्या; व त्यांत कार्बन-डाय-ऑक्साइड वायु सोडा; प्रथम ती निवळी पांढरी होईल; आणखी कांहीं वेळ हा वायु त्यांत तसाच सोडीत रहा. पहा, आतां ती पुन्हां स्वच्छ होते कां नाहीं ? तो विद्रव हातावर घेऊन त्यांत साबण चोळा, व फेस येतो कीं काय तें पहा. नसल्यास नासलेल्या दुधासारखा पांढरा पदार्थ मिळतो कीं काय तें पहा.

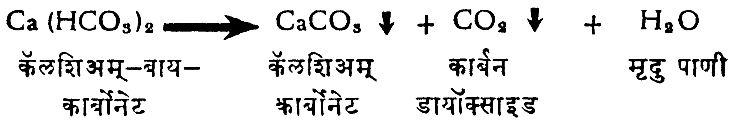
प्रथम आपण जेव्हां चुन्याच्या निवळींत कार्बन डायॉक्साइड वायु सोडतों तेव्हां पुढीलप्रमाणें विक्रिया होते, व त्यामुळें चुन्याची निवळी पांढरी होतेः–



$$\underbrace{CaO + H_2O}_{\text{चुन्याची निवळी}} + CO_2 = Ca\,CO_3 + H_2O$$

चुन्याची निवळी   कार्बन् = कॅलशिअम् + पाणी
डायॉक्सा.   कार्बोनेट (अविद्राव्य)

म्हणजे त्यांत अविद्राव्य कॅलशिअम् कार्बोनेट बनतो. जेव्हां आपण त्यांत आणखी कार्बन-डायॉक्साइड वायु सोडूं लागतों तेव्हां तो पाण्याशीं संयुक्त होतो, व कॅर्बानिकाम्ल बनतें, व त्याबरोबर कॅलशियम् कार्बोनेटचा संयोग होऊन कॅलशिअम्–बाय–कार्बोनेट हें लवण मिळतें; व यामुळेंच तें कठीण बनतें. हें पाणी उकळविल्यानें कार्बन–डायॉक्साइड वेगळा होऊन निघून जातो व अविद्राव्य कॅलशिअम् कार्बोनेट तळाशीं बसतो. त्यामुळें साबणाचा फेस मिळण्यास अडथळा येत नाहीं.

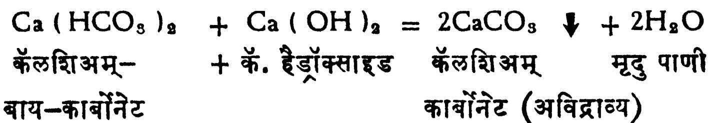


$$Ca\,(HCO_3)_2 \xrightarrow{\text{तापविल्यानें}} CaCO_3 \downarrow + CO_2 \downarrow + H_2O$$

कॅलशिअम्–बाय–कार्बोनेट   कॅलशिअम् कार्बोनेट   कार्बन डायॉक्साइड   मृदु पाणी

तेव्हां तात्पुरतें कठीण पाणी मृदु करावयाचें असल्यास तें उकळावें; परंतु मोठ्या प्रमाणांत हें करणें अशक्य असल्यामुळें, तें दुसऱ्या रीतीनेंही मृदु करण्याची रीत प्रचारांत आहे.

(२) **क्लार्कची पद्धतिः**–या पद्धतींत कठीण पाण्यांत चुना (कॅलशिअम् हैड्रॉक्साइड) मिसळतात. चुन्याच्या पाण्यांतील कॅलशियम् बाय–कार्बोनेटवर विक्रिया होऊन अविद्राव्य कार्बोनेट तयार होतो व तो पाण्यापासून वेगळा होऊन तें मृदु होतें. हा कार्बोनेटचा सांका भांड्याच्या तळाशीं बसतो. ही विक्रिया पुढील समीकरणांत दाखविली आहेः–

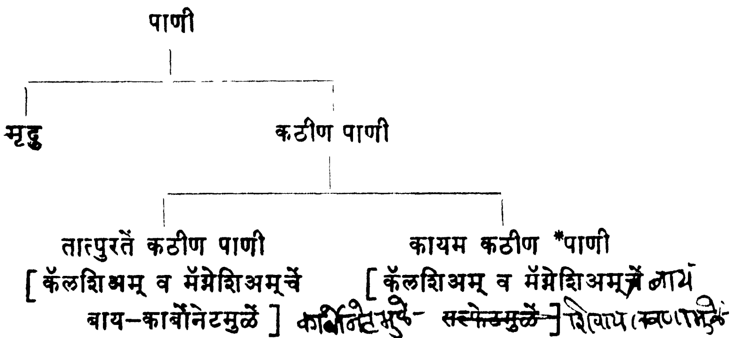


$$Ca\,(HCO_3)_2 + Ca\,(OH)_2 = 2CaCO_3 \downarrow + 2H_2O$$

कॅलशिअम्–बाय–कार्बोनेट   + कॅ. हैड्रॉक्साइड   कॅलशिअम् कार्बोनेट (अविद्राव्य)   मृदु पाणी

कॅलशिअम्-बाय-कार्बोनेट ह्या विद्राव्य पदार्थाप्रमाणेंच मॅग्नेशिअम्-बाय-कार्बोनेटचेही पाण्यावर परिणाम होतात. त्याचीही विक्रिया वर दाखविलेल्या विक्रियेप्रमाणेंच असल्यामुळें, त्याचें येथें निराळें विवेचन केलें नाहीं.

किटलींत अगर पातेल्यांत अशा प्रकारचें कठीण पाणी तापविल्यावर त्याच्या बाजूवर व तळाशीं पांढऱ्या भुकटीचा थर बसलेला दिसतो. यालाच इंग्रजींत फर (fur) असें म्हणतात. या पांढऱ्या भुकटीच्या थरानें पाणी तापविण्याच्या टाक्या फार खराब होतात. हे थर एकसारखे जाड नसून कांहीं ठिकाणीं जाड व कांहीं ठिकाणीं पातळ असे बसतात. हे थर उष्णतेचे मंदवाहक असल्यानें टाक्यांचा सर्व भाग सारखाच तापत नाहीं. त्यामुळें त्या फुटण्याचा संभव असतो. यांत पाणी तापविण्यास उष्णताही अधिक द्यावी लागत असल्यामुळें कोळशाचाही खर्च फार येऊं लागतो. यंत्रें बंद ठेवून टाक्या दररोज धुण्याचेंही अधिक खर्चानें व त्रासदायक असतें. म्हणून पाणी मृदु करण्यासाठीं वर सांगितलेली क्लार्कची पद्धत उपयोगांत आणतात. टाकींतील पाण्यांत चुना टाकल्यानें कठीण पाणी मृदु होण्याचें कार्य आपोआप चालू राहतें व सर्व त्रास वांचतो.



* टीपः-समुद्राच्या पाण्याला जरी साबणानें फेस येत नसला, तरी त्याला कठीण पाणी असें म्हणत नाहींत. मॅग्नेशिअम् कॅलशियम् या धातूचीं वर सांगितलेलीं लवणें पाण्यांत विरघळलीं असतां, त्या पाण्यास कठीण पाणी असें म्हणतात.

या प्रकरणांतील मुख्य गोष्टींचा सारांश

(१) पेरी जोसेफ मॅकर व हेन्री कॅव्हेंडिश यांनीं हैड्रोजन् वायूचा शोध लाविला, व त्याच्या गुणधर्मांची परीक्षा केली; परंतु त्यांचा फ्लॉजिस्टन् मतावर विश्वास असल्यामुळें त्यांनीं कांहीं गुणधर्मांची चमत्कारिक संगती लावण्याचा प्रयत्न केला. लव्हॉयजे यानें आपल्या नवीन ज्वलन् सिद्धांताप्रमाणें, त्याची संगती लावली.

(२) जस्तावर सल्फ्यूरिकाम्लाचें कार्य होऊन हैड्रोजन् निघतो.

(३) सोडियम् पोटॅशिअमूवर पाण्याचें कार्य होऊन हैड्रोजन् वायु निघतो.

(४) मॅग्नेशिअम् किंवा लोखंड तापवून त्यावरून वाफ सोडली असतां हैड्रोजन् वायु निघतो.

(५) हा वायु रंगहीन, बेचव, वासरहित आहे. पाण्यांत तो विद्राव्य नाहीं. सर्व वायूंमध्यें तो हलका आहे. तो स्वतः ज्वलनशील असून, ज्वलनास मदत करीत नाहीं; हवेमध्यें तो जळतो तेव्हां पाणी बनतें.

(६) हवाई जहाजें या वायूनें भरतात. आक्सी–हैड्रोजन् ज्योतीसाठीं याचा उपयोग करतात.

(७) ज्या धर्मामुळें सर्व वायू याप्रमाणें एकमेकांत मिसळूं शकतात त्यास संसरण (Diffusion) असें म्हणतात.

(८) पाण्याची घटना, एकीकरण व विघटन या दोहों पद्धतीनें सिद्ध करून दाखवितां येते. त्यावरून त्याची व्यापविष्ट व वजनविशिष्ट घटना निश्चित ठरवितां आली.

व्यापविशिष्टः–एक भाग ऑक्सिजन् दोन भाग हैड्रोजन् बरोबर संयुक्त होऊन, दोन भाग पाणी बनतें.

वजनविशिष्टः–हैड्रोजनचा वजनीं एक भाग ऑक्सिजन्‌च्या वजनीं आठ भागाबरोबर संयुक्त होऊन पाणी बनतें.

पाण्याचे कायिक गुणधर्मः–शुद्ध पाणी पारदर्शक, रंगहीन व बेचव असतें, पुष्कळ पदार्थ त्यांत विरघळतात, तें वनस्पतीचें व प्राण्याचें जीवन आहे. पाण्यांत विरलेल्या ऑक्सिजनवरच माशाचें जीवन अवलंबून आहे.

रासायनिक गुणधर्म

विद्युत्च्या सहायानें पाण्याचें विघटन किंवा एकीकरण करतां येतें. पुष्कळशा स्फटिकाकृति पदार्थांमध्यें पाणी (स्फटिकजल) असल्यामुळेंच त्यांची ती आकृति राहते. स्फटिकजल, तो पदार्थ तापविल्यानें निघून जातें, व त्याचा भुगा होतो. सोडियमसारखे कांहीं धातू पाण्याचें विघटन करूं शकतात; कांहीं धातूंना त्याचें विघटन करण्यास उष्णतेच्या शक्तीची मदत लागते.

(९) **पाण्याचें अभिसरण**:—पृथ्वीवरील पाण्याच्या पृष्ठभागावरून वाफ होण्याचें कार्य सतत चालू आहे. वाफ आकाशांत ढगाच्या रूपानें राहते व योग्य परिस्थितींत पाऊस, गारा, दंव, दहींवर या रूपानें पृथ्वीवर पुन्हां येते.

(१०) पावसाच्या पाण्याचे निरनिराळे प्रकार आहेत:—

(१) झऱ्याचें पाणी, (२) नदीचें पाणी, (३) तलाव अगर विहिरीचें पाणी (४) समुद्राचें पाणी, (५) पाण्यांतील मौलाचें व्यापविशिष्ट प्रमाण:—ऑ. १ है. २
वजनविशिष्ट ,, ,, ८ ,, १

(११) कांहीं जमिनींतील लवणें (कॅलशिअम् व मॅग्नेशिअम् यांचे सल्फेट—बाय—कार्बोनेट) पाण्यांत विरतात. त्यामुळें अशा पाण्यांत साबणाला फेस चांगला येत नाहीं. अशा पाण्याला '**कठीण पाणी**' असें म्हणतात. ज्या पाण्यात साबणाला चांगला फेस येतो त्याला **मृदु पाणी** असें म्हणतात.

समुद्राच्या पाण्यांत साबणाला फेस चांगला येत नाहीं. तरीसुद्धां त्याला कठीण पाणी म्हणत नाहींत.

प्रश्न.

(१) लोखंड, सोडियम्, पोटॅशिअम्सारख्या धातू सृष्टीमध्यें मुक्तावस्थेंत (In a free state) कधींही सांपडत नाहींत; परंतु चांदी, सोनें अगर तांबें तसें सांपडतें; याबद्दल कांहीं कारणें तुम्हास देतां येतील काय ?

(२) हैड्रोजन् व ऑक्सिजन् यांच्या गुणधर्मामध्यें साम्य कोठें आहे व विरोध कोठें आहे ?

(३) आपले पूर्वज पाण्याला मौल समजत. त्यांची ही कल्पना चूक कशावरून ?

(४) बिनरंगी द्रव पदार्थ तुम्हास दिला आहे. तो पाणी असल्याचें तुम्ही कोणत्या प्रयोगावरून सिद्ध कराल ?

(५) कोणत्या निरनिराळ्या रीतींनीं हैड्रोजन् वायू तयार करतां येतो ? त्यांपैकीं प्रयोगशाळेंत कोणती रीत उपयोगांत आणतात ?

(६) कठीण पाणी म्हणजे काय ? तें तुम्ही कसें मृदु कराल ?

(१९२० मुं. वि. वि.)

(७) पुढील गोष्टी सिद्ध करण्यासाठीं तुम्ही कोणते प्रयोग कराल?

(१) पाणी हें मौल नव्हे. (२) तुम्हाला दिलेलें उर्ध्वपातित पाणी खरोखरच शुद्ध आहे. (३) विद्युत्–शक्तीनें पाण्याची विघटना तपासणें. (४) कठीण व मृदु पाण्यावर साबणाच्या फेसाचा काय परिणाम होतो तो तपासणें.

(८) पाणी हें दोन मौलांच्या संयोगानें झालें आहे, हें तुम्ही कोणत्या प्रयोगांनीं सिद्ध कराल ? आकृति द्या. त्यांपैकीं एका मौलाचे गुणधर्म सांगा. (मुं. वि. वि. १९२७)

(९) कठीण पाणी धुण्याच्या उपयोगी नसतें, हें तुम्ही कसें सिद्ध कराल ? (मुं. वि. वि. १९२९)

(१०) कठीण पाण्यावर नैट्रिकाम्लाचा काय परिणाम होईल ? (मुं. वि. वि. १९३४)

(११) तप्त मॅग्नेशिअम्‌वरून वाफ जाऊं दिली तर काय परिणाम होईल ? (मुं. वि. वि. १९३५)

(१२) हैड्रोजन् हवेपेक्षां हलका आहे, हें सिद्ध करण्यास तुम्ही कोणता प्रयोग कराल ? (मुं. वि. वि. १९२०)

(१३) पाण्यापासून तुम्ही हैड्रोजन् वायु कसा तयार कराल याचें थोडक्यांत वर्णन करा. (मुं. वि. वि. १९२८)

(१४) पुढील विधान जरूर तर कारणें देऊन दुरुस्त कराः—पाण्यामध्यें हैड्रोजन् व ऑक्सिजन् याचें व्यापी प्रमाण १ : २ असतें.
(मुं. वि. वि. १९३०)

(१५) पाणी मौल असल्याबद्दल एखादा खेडवळ तुमच्याशी वाद घालूं लागला तर, तें संयुग असल्याबद्दल तुम्ही त्याची कशी खात्री कराल ?

(१६) एका प्रयोगांत, २७·२ घ. सें. इतक्या व्यापाचा हैड्रोजन् आणि ३९·७ घ. सें. एवढा त्या दोहोंच्या मिश्रणाचा व्याप होता. जर दिव्याची ज्योत जवळ नेऊन आपण या मिश्रणाचा स्फोट करविला तर कोणता, किती व्यापाचा वायु मागें राहील ?

(१७) २० ग्रॅम् पाण्याचें विद्युत् सहायानें विघटन केलें असतां किती व्यापाचा ऑक्सिजन् मिळेल ? (ऑक्सिजनचे वि. गु. १·४३)

(१८) वाफेच्या एंजिनमध्यें उपयोगांत आणलेलें पाणी कठीण असल्याचें आढळून आलें, तर त्याचा बॉइलरवर काय परिणाम होईल ?

(१९) तात्पुरतें व कायम कठिण जल म्हणजे काय ? तें तुम्ही मृदु कोणत्या उपायांनीं करूं शकाल ?

(२०) पाण्याची व्यापविशिष्ट घटना म्हणजे काय ? ती तुम्ही कशी ठरवाल ?

(२१) एकीकरण आणि विघटन म्हणजे काय ? त्यांत फरक काय ? प्रत्येकाचीं उदाहरणें द्या ?

(२२) क्लार्कच्या पद्धतीनें कोणत्या प्रकारचें पाणी मृदु होतें ? त्या पद्धतींत रासायनिक विक्रिया कोणती होते ?

———

प्रकरण १० वें

आम्लें, अल्कली, उदासीनपणा.

आम्लें व अल्कली सामान्यतः कशीं तयार होतात, हें आपण पाहिलें आहे. त्यांपैकीं कांहींचा उपयोग अगदीं जुन्या काळच्या रसायनशास्त्रज्ञांना माहित असून, ते पृथ्वीच्या पोटांत सांपडत असलेल्या पदार्थोपासून हीं आम्लें व अल्कलीं बनवीत. धातू व अधातू यांचे ऑक्साइड पाण्यांत विरघळून, अल्कली व आम्लें तयार होतात हें ८ व्या प्रकरणांत सांगितलें आहेच; यांपैकीं मुख्य आम्लांचा व महत्वाच्या अल्कलींचा उपयोग प्रयोगशाळेंत वारंवार करावा लागत असल्यामुळें त्यांच्या गुणधर्मांचें आपण येथें थोडेसें विशेष परीक्षण करूं.

आम्लें–तुम्ही लिंबें, नारिंगें किंवा द्राक्षें खाल्लीं असतील, तसेंच ताकही प्यालां असाल; फळांतील किंवा ताकांतील आंबट चव त्यांमध्यें असलेल्या आंबट द्रव्यामुळें (आम्ल) असावी, असें शास्त्रज्ञांचें मत आहे. अशा प्रकारचीं पुष्कळ आम्लें शास्त्रज्ञांना माहित आहेत, आणि प्रत्येकांत आंबटपणा हा सामान्य गुणधर्म असल्याचें दिसून आलें आहे; दुसरे कांहीं सामान्य गुणधर्म सर्व आम्लांमध्यें दिसून येतात. चाकूनें लिंबू कापल्यावर तो तसाच कांहीं वेळ राहूं दिला तर पात्याचा पृष्ठभाग खरवडल्यासारखा होतो, व त्यावर डाग पडतात. तांब्याच्या भांड्यांत व्हिनीगार–ॲसेटिक् आम्ल–एकदोन दिवस ठेविलें तर, त्या भांड्यावर हिरवा रंग चढतो; कारण आम्लाचें तांब्यावर रासायनिक कार्य होऊन ‘ व्हर्डिग्रीज ’ नांवाचें जालीम विष बनतें. बहुतेक सर्व आम्लांमध्यें धातूंना खरवडण्याचा गुणधर्म (Corrosive property) असून त्यावर त्यांचें रासायनिक कार्यही होतें.

सल्फ्यूरिकाम्ल– प्रयोग ५१ वा:–

(१) एका नळींत तीव्र सल्फ्यूरिकाम्ल घ्या, व ती थोडीशीं हलवा. नळीच्या भागाला त्याचे थेंब चिकटतात कीं नाहीं ?

(२) पंचपात्रांत थोडें पाणी घेऊन थेंबाथेंबानें हें आम्ल त्यांत ओता. आतां पात्राला हात लावून पहा. तें कढत लागतें कां नाहीं ?

(३) थोडेसें आम्ल चिनी मातीच्या बशींत घेऊन, ती बशी वाळूच्या भट्टींत ठेवून तापवा. वाफेचा रंग पहा. सर्व आम्ल वाफरून गेल्यावर बशींत द्रवाचा कांहीं भाग मागें राहतो काय ?

(४) तीव्र आम्लाचे कांहीं थेंब साखर, कपड्याचा तुकडा, कागद लाकडाचा भुसा यावर वेगवेगळे टाका. त्यांपैकीं प्रत्येकावर काय परिणाम होतो ?

(५) दुसऱ्या प्रयोगांत पाण्यांत तयार केलेल्या सौम्य आम्लाचा एक थेंब जिभेवर घेऊन पहा. त्याची चव कसली आहे?

(६) निळ्या व तांबड्या लिटमसचे कागद सौम्य आम्लांत बुडवा. प्रत्येकावर काय परिणाम होतो ?

(७) सौम्य आम्ल दुसऱ्या दोन नळ्यांत घेऊन, एकींत लोखंडाचा कीस व दुसरींत जस्ताचे एक दोन तुकडे टाका. तुम्हांस द्रवांत बारीक बुडबुडे दिसतात काय ? नळीच्या तोंडाशीं जळती काडी धरा. तिच्यावर काय परिणाम होतो ?

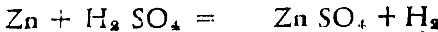
(८) एका नळींत बेरिअम् क्लोराइडचा विद्रव घेऊन त्यांत थोडेसें सौम्य सल्फ्यूरिकाम्ल मिसळा. विद्रवांत कांहीं फरक तुम्हास दिसतो काय ? असल्यास काय म्हणून ?

(**सूचना**:—कोणतेंही तीव्र आम्ल दाहक असतें. चव घेतेवेळीं तीव्र आम्लाचा उपयोग केल्यास जीभ भाजेल; कपड्यावर पडलें असतां त्यास भोकें पडतील; म्हणून तीव्र आम्लाच्या गुणधर्माचें परीक्षण करतांना तें काळजीपूर्वक वापरावें. तसेंच तीव्र सल्फ्यूरिकाम्ल सौम्य करतांना तें पाण्यांतच थोडें थोडें मिसळावें, आम्लांमध्यें पाणी मिसळूं नये; कारण त्याच्यापेक्षां पाणी हलकें असल्यामुळें तें लवकर तळाशीं जाऊन आम्लांत मिसळत नाहीं. बराच वेळ वरच राहतें. त्यामुळें त्यांच्या संयोगाची

जागा तापून कांचेचें भांडें तडकण्याचा पुष्कळ संभव असतो. याच्या उलट तीव्र सल्फ्यूरिकाम्ल पाण्यांत ओतल्यानें ताबडतोब खालीं जाऊन त्यांत सर्वत्र मिसळतें व मिश्रण लवकर तयार होतें. यामुळें वरपासून खालपर्यंत भांडें सारखें तापत असल्यामुळें तें तडकण्याची भीति उरत नाहीं. चव किंवा लिटमसचें कार्य पाहण्यासाठीं नेहमीं सौम्य आम्लाचाच उपयोग करावा.]

(६) सल्फ्यूरिकाम्ल, हा दाट तेलकट द्रव असून पाण्यात कोणत्याही प्रमाणांत मिसळूं शकतो; परंतु मिश्रण बनतांना पुष्कळ उष्णता उत्पन्न होते. हे आम्ल अशुद्ध असल्यास त्याचा रंग पिंगट असतो. हवेच्या सामान्य उष्णमानावर ह्यांतून वाफा निघत नाहींत. परंतु बशींत घेऊन तापविलें तर पांढऱ्या रंगाच्या दाट वाफा निघतात, व त्यांचा वास ठसका देणारा असतो. बशींत मागें कांहींच राहात नाहीं. साखर, कागद, कापड किंवा लांकूड, यांवर तें पडलें असतां जळल्याप्रमाणें काळे डाग पडतात, आणि कापड किंवा कागद याला छिद्रें पडतात.

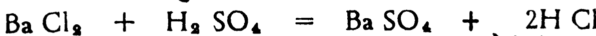
सौम्य आम्ल चवीला आंबट असतें ; व निळा लिटमसचा कागद तांबडा करतें. जस्त, मॅग्नेशिअम् किंवा लोखंड सौम्य आम्लांत विद्रुत होतें, आणि विद्रुत होत असतांना त्यामधून हैड्रोजन् वायु निघतो. ही होणारी विक्रिया पुढील समीकरणानें दाखवितां येते. तीव्र आम्लाचें बहुतेक धातूवर रासायनिक कार्य होतें, परंतु निराळाच वायु निघतो.



$Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2$

जस्त + सल्फ्यूरिकाम्ल = झिंक्सल्फेट + हैड्रोजन हीं मिळतात.

तीव्र किंवा सौम्य सल्फ्यूरिकाम्लाचे द्रवांत बेरिअम् क्लोराइडचा विद्रव मिसळला तर त्या दोहोंचें रासायनिक कार्य होऊन बेरिअम् सल्फेटचा पांढरा सांका (Precipitate) तळाशीं बसतो. बेरिअम् क्लोराइडचें **दुसऱ्या कोणत्याही आम्लावर याप्रमाणें रासायनिक कार्य होत नाहीं**; यामुळें सल्फ्यूरिकाम्ल ओळखण्यास ही परीक्षा उपयोगी पडते. हें रासायनिक कार्य पुढील समीकरणानें दाखवितां येतें:—



$BaCl_2 + H_2SO_4 = BaSO_4 + 2HCl$

बेरिअम् क्लोराईड + सल्फ्यूरिकाम्ल = बेरिअम् सल्फेट व हैड्रोक्लोरिकाम्ल.

वर सांगितल्याप्रमाणें सल्फ्यूरिकाम्लांचे तुम्ही गुणधर्म तपासले, त्याप्रमाणें नैट्रिक व हैड्रोक्लोरिकाम्ल यांवर वेगवेगळे तेच प्रयोग केले, तर त्यांचेही पुष्कळ गुणधर्म कळून येतात. शुद्ध हैड्रोक्लोरिकाम्ल गंधहीन असून तीव्र सल्फ्युरिकाम्ल इतकें दाट व तेलकट नाहीं. लांकूड, कागद, कापड व साखर इ. पदार्थांवर त्याचें खरवडण्याचें कार्य तितकेंसें दिसण्याजोगें होत नाहीं; पाण्यांत तें मिसळलें तर फारशी उष्णताही उत्पन्न होत नाहीं. यानें निळा लिटमस्‌चा कागद तांबडा मात्र होतो. सल्फ्यूरिकाम्लाप्रमाणें याचेंही धातूवर रासायनिक कार्य होऊन हैड्रोजन् वायु उत्पन्न होतो. ही विक्रिया पुढील समीकरणांत दाखविली आहे:—

$$Zn + 2HCl = ZnCl_2 + H_2$$

जस्त हैड्रोक्लोरिकाम्ल=झिंक्‌क्लोराइड व हैड्रोजन्

बशींत घेऊन तापविलें म्हणजे तें वाफरतें. परंतु मागें कांहीं राहात नाहीं. बेरिअम् क्लोराइडचें या आम्लावर कोणतेंही रासायनिक कार्य होत नाहीं.

' नैट्रिकाम्ल हें हैड्रोक्लोरिकाम्लापेक्षां थोडेसें अधिक दाट असतें. शुद्ध असल्यास रंगहीन व अशुद्ध असल्यास त्याचा रंग पिंगट असतो. सामान्य उष्णमानावरही त्यांतून वाफा निघतात, व त्या हुंगल्या तर घुसमटल्यासारखें होतें. याही आम्लांत निळा लिटमटस्‌चा कागद बुडविला तर तो तांबडा होतो. जर कापडावर किंवा कागदावर या आम्लाचे थेंब पडले तर त्याचे पिवळसर डाग पडतात. याचें वि. गु. १·५ आहे. बहुतेक धातूंवर याचें रासायनिक कार्य होऊन तांबूस पिंगट रंगाचा वायु निघतो. यावरून सौम्य आम्लाचे गुणधर्म खालीलप्रमाणें असल्याचें दिसून येईल:—

(१) सर्व सौम्य आम्लें चवीला आंबट असतात; तीव्र असल्यास त्यांची चव दाहक असते.

(२) धातू, कागद, कापड, साखर इ० पदार्थांवर कमी अधिक प्रमाणांत त्यांचें खरवडण्याचें कार्य होतें.

(३) निळा लिटमस् किंवा मिथिल ऑरेंज इ० रंगांचा आम्लाशीं संपर्क आला तर त्याचे रंग बदलतात.

(४) बहुतेक धातूंवर आम्लाचें रासायनिक कार्य होतें; व तें आम्लाची सौम्यता किंवा तीव्रता याबरोबर बदलूं शकतें. उदाहरणार्थ, सौम्य

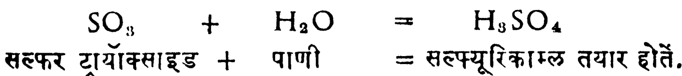
सल्फ्यूरिकाम्लाचें जस्तावर रासायनिक कार्य होऊन, झिंक सल्फेट व हैड्रोजन् हीं मिळूं शकतात; परंतु तेंच तीव्र आम्ल घेतलें, तर त्याचें जस्तावर प्रथम कांहींच कार्य होत नाहीं. ऊष्णता देऊन जर कार्य होऊं दिलें तर रासायनिक क्रिया जरा वेगळ्या प्रकारची होऊन सल्फर-डायॉक्साइड वायु निघूं लागतो. तसेंच सर्व आम्लांचें रासायनिक कार्य एकाच स्वरूपाचें असत नाहीं. धातूवर नैट्रिकाम्लाचें कार्य होऊन त्यामुळें नैट्रिक ऑक्साइड नांवाचा पिंगट रंगाचा वायु निघतो.

(५) सर्व आम्लांचा हैड्रोजन् हा एक घटक असून धातूशीं संपर्क आला, तर त्यापैकीं सर्व किंवा कांहीं भाग प्रत्यक्ष अगर अप्रत्यक्ष रीतीनें उच्चाटिला जातो.

आम्लाची व्याख्या:-सर्व सौम्य आम्लें निळया लिटमसूचा कागद तांबडा करतात; तसेंच त्यांचा हैड्रोजन् हा एक घटक असून, तो धातूकडून पूर्णपणें, अथवा तुल्यभाराचे प्रमाणांत उच्चाटिला जातो. (**अपवाद**–वरील गुणधर्मांचे दुसरे कांहीं पदार्थ जरी आढळून आले, तरी तीं आम्लें नसतात; उ० तुरटीची चव आंबट आहे; तिच्यांत खरवडण्याचेही गुणधर्म आहेत. तिच्या विद्रवामध्यें निळा लिटमसूचा कागदही तांबडा होतो. तरीसुद्धा ती आम्ल किंवा आम्लधर्मीय नसून एक प्रकारचें **'लवण' आहे.**)

खालीलपैकीं एका रीतीनें आम्लें तयार करतां येतात: —

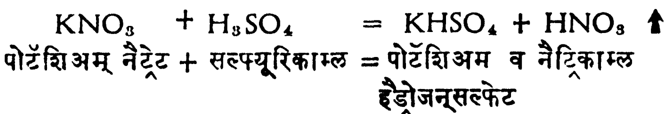
(१) आम्लधर्मीय ऑक्साइड पाण्यांत विरवून; यामध्यें होणारें रासायनिक कार्य पुढील समीकरणानें दाखवितां येतें:—



$SO_3 + H_2O = H_3SO_4$

सल्फर ट्रायॉक्साइड + पाणी = सल्फ्यूरिकाम्ल तयार होतें.

(२) जें आम्ल तयार करणें असेल त्याचें लवण घेऊन व कमी प्रमाणांत वाफरणाऱ्या आम्लाबरोबर तापवून तें आम्ल मिळूं शकतें; पुढील समीकरण पहा:—



$KNO_3 + H_3SO_4 = KHSO_4 + HNO_3 \uparrow$

पोटॅशिअम् नैट्रेट + सल्फ्यूरिकाम्ल = पोटॅशिअम हैड्रोजन्सल्फेट व नैट्रिकाम्ल

हें नैट्रिकाम्ल वायुरूपांत मिळतें ; तें उर्ध्वपातन पद्धतीनें थंड केल्यावर द्रवरूप नैट्रिकाम्ल तयार होतें.

(३) एकीकरणाच्या पद्धतीनें—

हैड्रोजन् व क्लोरिन् वायु एकत्रित सोडून तापविल्यानें-



$$H_2 + Cl_2 = 2HCl$$

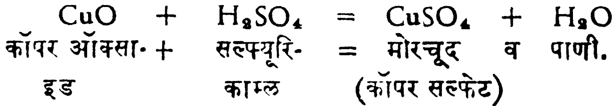
हैड्रोजन् क्लोरिन् हैड्रोक्लोरिकाम्ल तयार होतें.

बेसिस (भस्में) व अल्कली:-बेसिस हे धातूवर्गाचे ऑक्साइड असतात हें मागें सांगितले आहेच. त्यांच्यामध्येंही पुढील तीन प्रकार आहेत. (१) पाण्यांत न विरघळणारे व लिटमस्च्या कागदावर कोणत्याहि प्रकारचें कार्य न करणारे (२) पाण्यांत विरघळणारे (थोड्या प्रमाणांत कां होईना) तांबडा कागद लिटमसचा व निळा करणारे (अल्कलाइन) (३) ऑक्सिजन् व हैड्रोजन यांच्या, एकत्रित समूहाबरोबर (Hydroxyl group) संयुक्त होऊन बनलेले, व तांबडा लिटमसचा कागद निळा करणारे अल्कली. हे प्रकार चांगले लक्ष्यांत राहण्यासाठीं पुढील कोष्टक नीट पाहून ठेवा:-

बेसिस (धातूचे ऑक्साइड किंवा हैड्रॉक्साइड)

१		
(१) पाण्यांत न विरणारे (२) लिटमसचा रंग न बदलणारे उ०-कॉपर ऑक्साइड, आयर्न ऑक्साइड; इ० यांनाच **उदासीन** ऑक्साइड असें म्हणतात.	(१) थोड्या प्रमाणांत पाण्यांत विरघळणारे; (२) तांबडा लिटमसचा कागद निळा करणारे, उ०- कॅलशिअम् ऑक्साईड हा पाण्यांत विद्रुत होतो, तेव्हां यास हैड्रॉक्साइड असें म्हणतात.	(१) ऑक्सिजन् व हैड्रोजन् यांच्या एकत्रित समूहाबरोबर संयुक्त होऊन बनलेले; (२) तांबडा लिटमसचा कागद निळा करणारे उ०-सोडियम् व पोटॅशिअम् हैड्रॉक्साईड-
	अल्कलाइन	ऑक्साइड

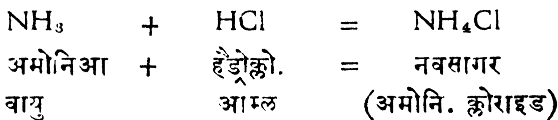
जरी बेसिसचे वरील तीन प्रकार सांगितले तरी त्या सर्वांमध्यें एक सामान्य गुणधर्म अढळून येतो. त्याची कोणत्याही आम्लाशीं विक्रिया होऊन फक्त पाणी व लवण हीं मिळतात. ही विक्रिया पुढील समीकरणानें दाखवितां येते:—



CuO	+	H_2SO_4	=	$CuSO_4$	+	H_2O
कॉपर ऑक्सा- इड	+	सल्फ्यूरि- काम्ल	=	मोरचूद (कॉपर सल्फेट)	व	पाणी.

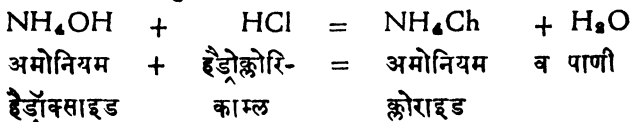
कांहीं सामान्य बेसिसः–(१) कॉपर ऑक्साइड, (२) लेड् मॉनॉक्साइड्, (३) झिंक् ऑक्साइड्, (४) मॅग्नेशिअम् ऑक्साइड्. या ऑक्सॉइडपैकीं झिंक् ऑक्साइड् व मॅग्नेशिअम् ऑक्साइड् हे, थोड्याप्रमाणांत कां होईना, पाण्यांत विरतात, व तांबड्या लिटमसचा कागद निळा करतात. अशांनाच अल्कलाइन बेसिस असें म्हणतात.

अमोनिया NH_3 (वायुरूप) याला अल्कलाइन बेस असें म्हणतात. या वायूला फार तीव्र वास आहे. व तो हुंगला तर ठसका लागतो. तो धातूचा ऑक्साइड किंवा हैड्रॉक्साइडही नाहीं. याचा आम्लाशीं संयोग होऊन, उदासीन लवण बनत असलें तरी या रासायनिक क्रियेंत पाणी बनत नाहीं. अमोनियाचें हैड्रोक्लोरिकाम्लाबरोबर होणारी विक्रिया पुढील समीकरणावरून सहज कळून येतेः—



NH_3	+	HCl	=	NH_4Cl
अमोनिआ वायु	+	हैड्रोक्लो. आम्ल	=	नवसागर (अमोनि. क्लोराइड)

अमोनिया वायु पाण्यांतही विरतो; व या विद्रवांत तांबड्या लिटमसचा कागद निळा होतो. त्यास अमोनिअम् हैड्रॉक्साइड असें म्हणतात. ह्यांत मात्र खऱ्याखुऱ्या बेसचे गुणधर्म दिसून येतात; कारण आम्लाबरोबर याचें रासायनिक कार्य होऊन लवण व पाणी हीं मिळतात. ही विक्रिया पुढें दिलेल्या समीकरणाप्रमाणें घडून येते:—



NH_4OH	+	HCl	=	NH_4Ch	+	H_2O
अमोनियम हैड्रॉक्साइड	+	हैड्रोक्लोरि- काम्ल	=	अमोनियम क्लोराइड	व	पाणी

प्रयोग ५२ वाः-- कॉस्टिक सोडा किंवा पोटॅश् याचे गुण-धर्म तपासणें:—कॉस्टिक सोडा किंवा पोटॅश् याची कांडी बाटली-बाहेर काढून तिचा पृष्ठभाग तपासा. त्यांचा प्रत्येकीं, तुकडा कापून घ्या. तो स्फटिकाकृति आहे काय ? ते दोन्ही तुकडे वेग-वेगळ्या बशांत घालून हवेवर मोकळे ठेवा. त्यावर तुम्हांस काय फरक दिसतो ? नळींत थोडें पाणी घेऊन त्यांत तो तुकडा टाकून, विरतो कां नाहीं तें पहा. नळीला हात लावून पहा. ती हाताला कढत लागते काय ? तुमच्या बोटावर विद्रवाचा एक थेंब घेऊन तो दुसऱ्या बोटानें चोळा, बोटास तो कसा भासतो ?

तांबड्या लिटमसचा कागद विद्रवांत बुडवा. पहा तो निळा होतो कां नाहीं ? दुसऱ्या नळींत आणखी थोडा तीव्र विद्रव घेऊन त्यांत कापडाचा तुकडा टाका, व एक दिवस तो तसाच त्यांत राहूं द्या. कापडावर काय परिणाम होतो ?

कॉस्टिक सोडा किंवा पोटॅश् हा पांढऱ्या रंगाचा स्फटिकाकृति स्थाणु पदार्थ आहे. तो कांड्यांच्या स्वरूपांत बाटल्यांत भरलेला असतो या कांड्या मेणबत्तीसारख्या दिसतात. बाटल्यांचीं बुचें मात्र हवा न जाईल अशीं घट्ट बसवावीं लागतात; कारण, थोडीशी हवा लागली तरीसुद्धां त्यास पाणी सुटतें, आणि त्याच्यावर पाण्याचे थेंब जमलेले दिसूं लाग-तात. म्हणून अशा संयुगांना *'पाझरणारे' (deliquecent) संयुग असें

---

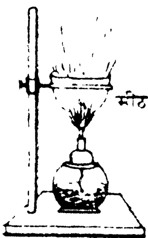
* पाझरणारे (Deliquescent) संयुग हवेवर उघडे ठेवले तर त्यांतील पाणी आकर्षण करून त्यांत विद्रुत होतात. हवेंतील पाणी शोषून घेऊन त्यांत विद्रुत होणारे कांहीं पदार्थः-कॉस्टिक् सोडा, फॉस्फरस पेंटॉक्साईड.

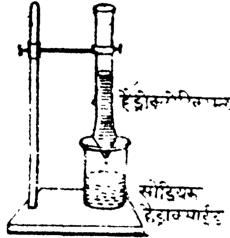
जलाकर्षक (Hygroscopic) हें विशेषण जे पदार्थ हवेंतील ओलावा शोषून घेतात त्यांना सामान्यपणें लावतात. म्हणून सर्व पाझरणारे पदार्थ जला-कर्षक असतातच. विशेष लक्ष्यांत ठेवण्यासारखी गोष्ट ही कीं, [illegible] चुनकळी हवेंतील ओलावा शोषून घेतात, म्हणून ते जलाकर्षक आहेत परंतु त्या पाण्यांत ते विद्रुत होत नसल्यानें त्यांना पाझरणारे असें म्हणतां येणार नाहीं. तापविलेले कॅलशिअम् क्लोराइड, सल्फ्यूरिकाम्ल, इ० पदार्थ तीव्र जलाकर्षक असल्यामुळें ते रसायन शास्त्रात वायूतून पाण्याची वाफ पूर्णपणें शोषून घेण्याकरतां वापरतात.

म्हणतात. यांचा विद्रव बोटावर घेऊन चोळला तर साबणाच्या फेसाप्रमाणें बुळबुळीत लागतो. तांबडा लिटमसचा कागद यांत बुडविला तर निळा होतो. आम्लांचें लिटमसवर होणारें कार्य याच्या कार्याच्या अगदीं उलट असलेलें दिसून येईल. तीव्र आम्लाप्रमाणें, अल्कलीचे तीव्र विद्रवही दाहक असतात. लाकडाचा भुसा, कागद, कापड वगैरे वनस्पतीपासून बनलेले तंतुमय पदार्थ, यांच्या संपर्कामुळें भंग पावतात, आणि ते यांच्या तीव्र विद्रवांत टाकलें असतां, त्यांचा दाट रस (paste) बनतो. चरबी किंवा तेल यांमध्यें कॉस्टिक सोडा किंवा पोटॅश् मिसळला तर साबण तयार होतें, म्हणून या अल्कलींचा साबणाच्या धंद्यात फार उपयोग होतो.

चुन्याची निवळी (Lime water):–चुनकळी (Calcium Oxide) थोड्या प्रमाणांत पाण्यांत विद्रुत होते; आणि या विद्रवाच्याही अंगीं, वर सांगितल्याप्रमाणें तांबडा लिटमसचा कागद निळा करण्याचे गुणधर्म असतात. बुळबुळीतपणा व चव हेही गुणधर्म या विद्रवांत थोड्या प्रमाणांत दिसून येतात. फक्त दाहकपणा मात्र तितकासा आढळून येत नाहीं; म्हणून यांना सौम्य अल्कली असे म्हणतात.

उदासीनपणा–आम्ल व अल्कली यांचें लिटमसच्या कागदावर परस्परविरुद्ध कार्य कसें होतें हें आपण वर पाहिलें आहेच; शिवाय, एकाची चव आंबट, तर दुसऱ्याचा हातास लागणारा बुळबुळीतपणा हेही विशिष्ट गुणधर्म आहेतच. तेव्हां हे विद्रव एकमेकांत योग्य प्रमाणांत मिसळले असतां, त्यांच्या या गुणधर्मांत काय फरक पडतात हें पाहणें मनोरंजक आहे.





आकृति ४७.

प्रयोग ५३ वाः–२५० घन सें. मी. पाणी मोजून एका कांचपात्रांत घ्या, व त्यांत १० ग्रॅम वजनाचा सोडियम् हैड्रॉक्साइड् टाकून, त्याचा विद्रव तयार करा. ९·१ ग्रॅम वजनाचें हैड्रो-

क्लोरिकाम्ल एका पंचपात्रांत घेऊन, त्यांत पाणी मिसळून तें बरोबर २५० घन सेंटिमीटर एवढें करा. [याप्रमाणें तयार केलेल्या विद्रवास [१] प्रमाण-विद्रव ·(Normal Solution) असें म्हणतात.] यापैकीं २५ घ. सें. एवढा हैड्रोक्लोरिकाम्लाचा विद्रव द्रवमापिकेमध्यें घ्या. आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें ती स्टँडवर बसवा. [आ० ४७ पहा]. पंचपात्रांत २५ घन सेंटिमीटर एवढा सोडियम् हैड्रॉक्साइडचा विद्रव घेऊन त्यांत १।२ थेंब [२] 'फेनॉल थॅलीन' टाका. [या विद्रवास सूचक द्रव (Indicator) असें म्हणतात.] विद्रवास आतां गडद गुलाबी रंग येईल. नंतर हें पंचपात्र द्रवमापिकेखालीं ठेवून, तींतून हैड्रोक्लोरिकाम्ल प्रत्येक वेळेस एकेक घन सें. मीटर एवढें सोडून, पंचपात्रांतील विद्रव चांगला ढवळा. १० घन सेंटिमीटर एवढें आम्ल पात्रांत सोडल्यावर पुढें दर खेपेस दोन दोन थेंब आम्ल सोडून विद्रव ढवळीत रहा. विद्रव रंगहीन झाल्याबरोबर आम्ल सोडण्याचे थांबवा. या विद्रवांत तांबड्या अगर निळ्या लिटमसचा कागद बुडवून पहा. कोणत्याही कागदाचा रंग बदलतो काय ? विद्रवाची चव पहा.

---

१ प्रमाण-विद्रव (Normal Solution). अणुभार वजनाएवढा कोणताही विद्रुत होणारा संयुग घेऊन, तो एक लिटर पाण्यांत विद्रुत केला असतां जो विद्रव तयार होतो त्यास प्रमाण-विद्रव असें म्हणतात. जर संयुग द्रवरूप असेल, तर त्याच्या अणूभार वजनाइतका तो पंचपात्रांत घेऊन त्यात पाणी मिसळून ते बरोबर एक लिटर एवढें करावें.

२ सोडियम् हैड्रॉक्साईड व हैड्रोक्लोरिकाम्ल, किंवा सामान्यतः कोणतेंही आम्ल व अल्कली यांमधील रासायनिक कार्य पूर्ण झालें कीं नाहीं हें पाहण्यासाठीं ज्या द्रवाचा उपयोग करतात, त्यास सूचकद्रव (Indicator) असें म्हणतात. याचे एक दोन थेंब अल्कलीच्या विद्रवांत टाकले म्हणजे त्यांचा रंग बदलतो. हे सूचक द्रव तीन आहेत; (१) लिटमस द्रव, (२) मिथिल ऑरेंज, (३) फेनॉल थॅलीन. अल्कली व आम्ल यांवर त्यांचे पुढीलप्रमाणें परिणाम होतात.

(१) लिटमसचा द्रवः—आम्लांत तांबडा व अल्कलीमध्यें निळा.

(२) मिथिल ऑरेंजः—आम्लांत तांबुस गुलाबी. अल्कलीनमध्यें पिवळा

(३) फेनॉल थॅलीनः—आम्लांत रंगहीन ,, गुलाबी.

त्यास आम्लाची आंबट चव किंवा अल्कलीची दाहक चव आहे काय? यांतील थोडासा विद्रव चिनी मातीच्या वाफरपात्रांत घेऊन तापवा. वाफेच्या रूपानें पाणी निघून गेल्यावर मागें काय शिल्लक राहतें? हायड्रोक्लोरिकाम्लाची सोडियम् हैड्रॉक्साइड् याशीं पुढील समीकरणांत दाखविल्याप्रमाणें विक्रिया होतेः-



$$NaOH + HCl = NaCl + H_2O$$

सोडियम हैड्रॉक्साइड + है. क्लोरिकाम्ल = मीठ आणि पाणी

२५ घन सेंटिमीटरऐवजीं १० किंवा १५ घ. सें. सोडियम् हैड्रॉक्साइड घेऊन मागीलप्रमाणेंच विक्रिया पूर्ण होण्यास किती घ. सें. आम्ल लागतें तें पहा.

आम्ल व अल्कली याचे गुणधर्म (लिटमसच्या कागदासंबंधीं) परस्पर विरुद्ध असल्याचें आपण पाहिलें आहेच.

याप्रमाणें उदासीन बनलेला विद्रव चवीला खारट असतो. तो हाताला बुळबुळीत लागत नाहीं, कीं त्याचें धातूवर रासायनिक कार्य होऊन त्यापासून वायूही निघत नाहीं. हा विद्रव तापविला असतां पाण्याची वाफ निघून जाऊन, खालीं स्फटिकाकृति पांढरा पदार्थ राहतो. त्यापैकीं बराचसा विद्रव सावकाश वाफरूं देऊन शिल्लक राहिलेला विद्रव हळु-हळू थंड होऊं दिला तर त्याचे (मिठाचे) बरेचसे मोठाले घनाकृति स्फटिक मिळतात. ते कॉस्टिक सोड्याच्या काड्याप्रमाणें पाझरत नाहींत. याप्रमाणे या नव्या पदार्थाचे गुणधर्म हैड्रोक्लोरिकाम्ल किंवा कॉस्टिक सोडा याच्या गुणधर्मांहून फार भिन्न असतात. यावरून आम्ल व अल्कली ठराविक प्रमाणाने एकमेकांत मिसळल्यानें रासायनिक कार्य घडून येतें.

अल्कलीच्या विद्रवात काळजीपूर्वक जरूर तेवढाच आम्लाचा भाग मिसळून, दोहोंचेही गुणधर्म नाहीसे करण्याच्या रीतीस उदासीन-पणा व या रीतीनें मिळालेल्या विद्रवास ‘ उदासीन विद्रव ’ असें म्हणतात. ज्या विशिष्ट रीतीनें हे परस्पर गुणधर्म नाहींसे करतात त्यास उदासीनपणा म्हणतात. यांतील पाण्याचा भाग काढून टाकून जो स्फटिकाकृति स्थाणु पदार्थ मागें राहतो त्यास लवण (Salt) असें म्हणतात.

वरील प्रयोगांत हैड्रोक्लोरिकाम्लाऐवजीं सल्फ्यूरिकाम्ल वापरलें तर भिन्न भिन्न गुणधर्मांचीं लवणें मिळतात. सल्फ्यूरिकाम्ल वापरलें असतां मिळणाऱ्या लवणास ' सल्फेट ' व नैट्रिकाम्ल वापरलें असतां मिळणाऱ्या लवणास नैट्रेट असें म्हणतात–उ० सोडियम सल्फेट, सोडियम नैट्रेट इ० हे बनतांना होणारी विक्रिया पुढील समीकरणानें दाखवितां येतेः—



$$2NaOH + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2H_2O$$

सोडियम् हैड्रॉक्साइड+ सल्फ्यूरिकाम्ल =सोडियम सल्फेट व पाणी



$$NaOH + HNO_3 = NaNO_3 + H_2O$$

सोडियम् हैड्रॉक्साइड + नैट्रिकाम्ल = सोडियम् नैट्रेट व पाणी

त्याचप्रमाणें सोडियम् हैड्रॉक्सॉइड ऐवजीं पोटॅशिअम् हैड्रॉक्साइड वापरलें तर वरीलप्रमाणें पोटॅशिअम्चीं लवणें मिळतात. अमोनिअम् हैड्रॉक्साइड घेतला तर त्यास अमोनियाचीं लवणें असें म्हणतात. हीं सर्व लवणें लिटमसच्या विद्रवावर कांहीं परिणाम करीत नाहींत, व त्यांची चवही कांहींशी खारट असते.

सल्फ्यूरिकाम्लाबरोबर मिळणाऱ्या लवणांना सल्फेट			
हैड्रोक्लोरिकाम्लाबरोबर	,,	,,	क्लोराइड
नैट्रिकाम्लाबरोबर	,,	,,	नैट्रेट

असें सामान्यतः म्हणण्याचा प्रघात आहे.

यावरून लवणांच्या नांवाचा पहिला भाग अल्कलीमध्यें असलेल्या धातूच्या नांवावरून बनवितात; दुसरा भाग ज्या आम्लाच्या संयोगानें तें लवण बनलेलें असतें, त्याच्या नांवावरून बनविलेला असल्याचें, तुम्हांस दिसून येईल.

या प्रकरणांतील महत्त्वाच्या गोष्टींचा सारांश

(१) कोणतेंही आम्ल घेतलें तर तें चवीला आंबट असून, निळा लिटमसचा कागद तांबडा करतें. पाण्याशीं तें कोणत्याही प्रमाणांत मिसळतें. त्यांत बहुतेक धातु विद्रुत होतात; त्याचा हैड्रोजन् हा एक घटक असतो. ज्या वेळेस अल्कलीबरोबर त्याची

विक्रिया होते तेव्हां, याच हैड्रोजनच्या जागीं धातूचा अणू जाऊन बसतो. मुख्य आम्लें तीन (१) सल्फ्यूरिकाम्ल (२) हैड्रोक्लोरिकाम्ल (३) नैट्रिकाम्ल. आम्लें अल्कलींना उदासीन करतात.

(२) कॉस्टिक अल्कली बहुतेक पाझरणारे असतात; तेही पाण्यांत विद्राव्य असून, ते किंवा त्यांचा विद्रव तांबड्या लिटमसचा कागद निळा करतात, शिवाय वनस्पतिजन्य पदार्थांच्या तंतुमय द्रव्याचा नाश करतात. अल्कली आम्लांना उदासीन करतात.

(३) चुन्याची निवळी आणि अमोनियाचा विद्रव हे दोन्ही-ही सौम्य अल्कली आहेत. कॉस्टिक अल्कलीच्या गुणधर्मांप्रमाणें यांचेही गुणधर्म आहेत. तेसुद्धां तांबडा लिटमसचा कागद निळा करतात. थोड्या प्रमाणांत हाताला बुळबुळीत लागतात, आणि आम्लांना उदासीन करतात.

(४) अणुभार वजनाएवढा कोणताही विद्रुत होणारा संयुग घेऊन तो एक लिटर पाण्यांत विद्रुत केला असतां जो विद्रव तयार होतो, त्यास प्रमाण–विद्रव असें म्हणतात. जर संयुग द्रवरूप असेल तर त्याच्या अणुभार वजनाइतका तो संयुग कांचपात्रांत घेऊन त्यांत पाणी मिसळून तें बरोबर एक लिटर करावें.

(५) आम्ल व अल्कली यांमधील विक्रिया पूर्ण झाली कीं नाहीं हें पाहण्यासाठीं ज्या द्रवाचा उपयोग करतात त्यास सूचक द्रव (Indicator) असें म्हणतात. हे मुख्यतः ३ आहेत. (१) लिट-मसचा द्रव (२) मिथिल ऑरेंज (३) फेनॉल थॅलीन.

(६) वॉशिंग सोडा:––याचेही गुणधर्म सौम्य अल्क-लीच्या गुणधर्मांप्रमाणें आहेत; परंतु त्यावर आम्लाचें कार्य होऊन एक रंगहीन वायु उत्पन्न होतो. म्हणून यास काटेकोरपणानें अल्कली असें संबोधितां येत नाहीं. याचा उपयोग कपडे धुण्या-कडे करतात.

(७) उदासीनपणा:––आम्लाचें अल्कलीवर रासायनिक कार्य होऊन त्यामुळें दोहोंचेही विशिष्ट गुणधर्म नाहींसे होऊन

एक नवीन गुणधर्मांचा पदार्थ ज्या रासायनिक फेरफारामुळें होतो त्यास उदासीनपणा असें म्हणतात.

(८) निरनिराळ्या आम्लांबरोबर निरनिराळे अल्कली वापरले असतां निरनिराळीं लवणें तयार होतात.

(९) पुढीलपैकीं एकाद्या रीतीनें आम्ल तयार करतां येतें:--

(१) आम्लधर्मीय ऑक्साइड पाण्यांत विरवून;

(२) जें आम्ल तयार करणें असेल त्याचें लवण घेऊन व कमी प्रमाणांत वाफरणाऱ्या आम्लाबरोबर तापवून;

(३) एकीकरणाच्या पद्धतीनें

(१०) ऑक्सिजन् व हैड्रोजन यांच्या एकत्रित समूहाला (OH किंवा Hydroxyal) हैड्रोक्शल समूह असें म्हणतात.

प्रश्न

(१) आम्ल किंवा अल्कली यांच्या कोणत्या गुणधर्मामुळें आपणास ते फार काळजीपूर्वक वापरावे लागतात ?

(२) उदासीनपणा याला तुम्ही रासायनिक फेरफार म्हणाल काय ? असल्यास काय म्हणून ?

(३) दाहक व सौम्य अल्कली यांत तुम्ही कसा भेद करतां ?

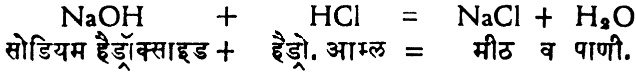
(४) बिन् लेबलाच्या चार बाटल्या तुमच्या टेबलावर ठेविल्या आहेत. एकींत पाणी, दुसरींत सौम्य आम्ल, तिसरींत कॉस्टिक अल्कली आणि चौथींत वॉशिंग सोड्याचा विद्रव आहे. तुम्ही या बाटल्यांना लेबलें लाविण्यापूर्वी त्याचे विशिष्ट गुणधर्म कोणते पहाल ?

(५) पुढील लवणें तयार करण्यासाठीं कोणतीं आम्लें किंवा अल्कली आपण घ्यावेत ? (१) कॅलशिअम् (२) सोडियम् नैट्रेट (३) पोटॅशिअम् सल्फेट.

(६) द्रवरूप अमोनिआ वाफरूं दिला तर मागें काय शिल्लक राहील ?

(७) एका ठराविक प्रमाणांत अल्कली आणि आम्ल मिसळून मीठ तयार केलें गेलें. वरील विधान सिद्ध करण्यासाठीं तुम्ही कोणते प्रयोग कराल? (मुं. वि. वि. १९२१).

(८) पुढील समीकरण सिद्ध करण्यासाठीं तुम्ही कोणता प्रयोग कराल?



$$NaOH + HCl = NaCl + H_2O$$

सोडियम हैड्रॉक्साइड + हैड्रो. आम्ल = मीठ व पाणी.

(९) पुढील विधानें चूक कां बरोबर एवढेंच लिहा:–

(१) वॉशिंग सोडा हें तांबडा लिटमसचा कागद निळा करतो म्हणून हें अल्कली आहे.

(२) सर्व आम्लांचा हैड्रोजन् हा एक घटक आहे.

(३) आम्लामध्यें तांबडा लिटमसचा कागद निळा होतो.

(४) दिलेला विद्रव दाहक आहे, म्हणून तो अल्कली असला पाहिजे.

प्रकरण ११ वें

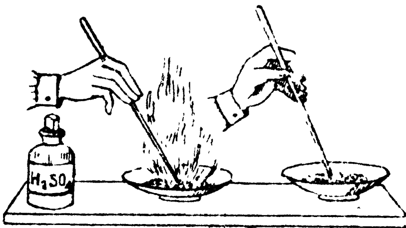
रासायनिक विक्रिया होण्यास परिस्थितीची जरूरी

लवणांचा बनाव व त्यांची विघटना

दोन किंवा अधिक पदार्थांचा संयोग होऊन नवीन पदार्थ बनण्यासाठीं कांहीं विविक्षित परिस्थितीची जरूरी असते. संयुक्त किंवा विघटित होणाऱ्या सर्वच पदार्थांना त्यांच्या गुणधर्मांप्रमाणें वेगवेगळी परिस्थिति असावी लागते. त्याबद्दल येथें आपण थोडासा विचार करूं.

टिन् व शिसें, सोडियम् व पोटॅशियम्, किंवा इतर सारख्या गुणधर्मांचे पदार्थ एकत्रित आणले किंवा एकत्रित तापाविले तरी, ते एकमेकाशीं संयुक्त होत नाहींत. तेच क्लोरिन् व हैड्रोजन, किंवा गंधक व लोखंड (किसाच्या रूपांत) एकत्रित आले तर त्यांच्यामध्यें रासायनिक कार्य होऊन नवीन गुणधर्मांचा संयुग बनतो. यावरून संयुक्त होणाऱ्या दोन पदार्थांमध्यें प्रथमतः कांहीं **रासायनिक आकर्षण** पाहिजे. ते नसल्यास कोणत्याही परिस्थितींत त्यांचा संयोग होणार नाहीं.

प्रयोग ५४ वा:–साखर व पोटॅशिअम् क्लोरेट यांचें मिश्रण तयार करा, व त्यांतील थोडा भाग एका चिनी मातीच्या बशींत घ्या. तीव्र सल्फ्यूरिकाम्ल एका कांचेच्या नळींत घेऊन, ती शक्य तितकी त्या मिश्रणाजवळ आणा; परंतु आम्लाचा एक थेंब त्या मिश्रणावर न पडेल अशी खबरदारी घ्या. कांहीं कार्य होतें कीं काय तें पहा. सल्फ्यूरिकाम्लाचा एकच थेंब मिश्रणावर टाका. मिश्रण एकदम पेट घेतें कां नाहीं ?

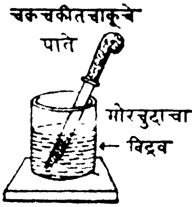


आकृति ४८.

दोन पदार्थांत रासायनिक संयोग होण्यासाठीं ते पदार्थ **अगदीं निकट सान्निध्यांत** आले पाहिजेत. तसे आले नाहींत तर त्यांच्यामध्यें रासायनिक संयोग होत नाहीं.

प्रयोग ५५ वा:–एका कागदावर थोडासा खाण्याचा सोडा (सोडियम्-बाय-कार्बोनेट) व दुसऱ्या कागदावर थोडीशी टार्टारिक् आम्लाची पूड द्या. ते एकमेकांत मिसळा. कांहीं रासायनिक कार्य होतें काय? प्रत्येकाचा पाण्याबरोबर वेगवेगळा विद्रव बनवा. व ते एकमेकांत मिसळा. तें मिश्रण एकदम फसफसूं लागेल.

प्रयोग ५६ वा:–एका पंचपात्रांत मोरचुदाचा विद्रव तयार करा. त्यांत चाकूचें चकचकीत पातें कांहीं वेळ बुडवून ठेवा. पातें काढून घेतल्यावर तुम्हांस तांब्याचे बारीक कण सर्वत्र विखुरलेले दिसतील. मोरचुदाच्या खड्यावर तेंच चाकूचें पातें चांगलें साफ करून कांहीं वेळ ठेवा. पूर्वीप्रमाणें त्यावर कांहीं परिणाम होतो काय?



आकृति ४९.

रासायनिक संयोग होण्यासाठीं पदार्थांचे अणू **अनुरूप परिस्थितींत** पाहिजेत.

प्रयोग ५७ वा:–गंधकाची पूड व लोखंडाचा कीस यांचें थोडेसें मिश्रण तयार करा. त्यांचें एकमेकावर रासायनिक कार्य होतें काय? तेंच मिश्रण चिनी मातीच्या मुशींत घेऊन खूप तापवा. तापविल्यानंतर मिळणाऱ्या पदार्थांत गंधक किंवा लोखंड यांचे गुणधर्म राहतात काय?

रासायनिक संयोग होण्यास **एक विशिष्ट उष्णमान** पाहिजे, आणि तें विशिष्ट पदार्थांच्या संयोगाप्रमाणें वेगवेगळें असतें. ऑक्सिजन् व नैट्रोजन् या दोन वायूंचा रासायनिक संयोग होण्यासाठीं ३०००°सें. इतकें उष्णमान लागतें; म्हणून या दोन वायूंचा संयुग बनविण्यासाठीं हे दोन्ही

वायु एका नळींत एकत्रित कोंडून, व तीमधून प्रखर विद्युत्-प्रवाह सोडून विद्युत् ठिणगी उत्पन्न करावी लागते, हें आपण मागें पाहिलें आहेच.

मॅग्नेशिअम् हवेंत जाळल्यानें, मॅग्नेशिअम् ऑक्साइड हा पांढऱ्या रंगाचा नवीन पदार्थ मिळतो. मर्क्यूरी ऑक्साइड तापविण्यानें पारा व ऑक्सिजन् हे भिन्न गुणधर्मांचे दोन पदार्थ मिळतात.

प्रयोग ५८ वा:--व्होल्टॅमीटर पाण्यानें भरून त्यांत थोडें सौम्य सल्फ्यूरिकाम्ल टाका. [पाणी स्वभावतः विजेचें मंदवाहक आहे; परंतु त्यांत थोडें सौम्य सल्फ्यूरिकाम्ल मिसळलें तर विद्युत्-प्रवाह जाऊन रासायनिक कार्य सहज घडून येतें.] **प्लॅटिनमच्या टोकावर पाण्यानें भरलेल्या दोन नळया उपड्या धरा. सल्फ्यूरिकाम्ल मिश्रित पाण्यांतून विद्युत्-प्रवाह सोडा. पाण्याच्या गुणधर्मापेक्षां अगदीं नवीन गुणधर्मांचे दोन वायु मिळत असल्याचें तुम्हांस दिसून येईल. (आकृति ४१ पहा)**

विद्युत्प्रवाहानेंही रासायनिक कार्य घडून येण्यास मदत होत असल्याचें तुम्हांस दिसून येईल, तें संयोगात्मक किंवा विघटनात्मक अशा दोन्ही स्वरूपाचें असूं शकतें.

मागच्या ४३ व्या प्रयोगात मांगितल्याप्रमाणें दोन पदार्थांचा संयोग होण्यास विशिष्ट उष्णमान लागते हें खरेंच; शिवाय कांहीं थोड्या बाबतींत, हा संयोग तसाच चालू रहाण्यासही उष्णता तशीच टिकून रहावी लागते. वास्तविक एकदा संयोग सुरू झाला म्हणजे अधिक उष्णता देण्यास लागूं नये. संयोग सुरू असतांना उत्पन्न होणारी उष्णता, पुढील संयोगास पुरेशी असावयास पाहिजे. मेणबत्ती किंवा दिवा एकदां लावून ठेवला म्हणजे जळत राहतो. परंतु मेघांत वीज चमकली म्हणजे जें उष्णमान उत्पन्न होतें, त्यामुळें हवेंतील नैट्रोजन् व ऑक्सिजन् यांचा संयोग होऊन नैट्रिक ऑक्साइड वायु उत्पन्न होतो खरा, परंतु त्यांचा संयोग होत असतांना उत्पन्न होणारी उष्णता, तो पुढें चालूं ठेवण्यास पुरेशी होत नाहीं. एक क्षणभरच वीज चमकून उष्णता उत्पन्न होते. परंतु पुढें लगेच त्या प्रदेशाचें उष्णमान झपाट्यानें उतरतें. शिवाय संयोगांतही पुरेशी उष्णता उत्पन्न होत नाहीं; त्यामुळें हा वायु हवेंत

फार मोठ्या प्रमाणांत उत्पन्न होऊं शकत नाहीं. विजेच्या सन्निध हवेचे जे कण असतात, तेवढ्यापुरताच हा संयोग मर्यादित असतो. त्या संयोगानें उत्पन्न झालेला नैट्रिक ऑक्साइड वायु हवेंतील पाण्याच्या वाफेंत विरून नैट्रिकाम्ल बनतें.

यावरून दोन पदार्थांमध्यें रासायनिक कार्य घडून येण्यास खालीं नमूद केल्याप्रमाणें परिस्थितीची अवश्यकता असते:-(१) **रासायनिक आकर्षण (२) निकट सान्निध्य (३) अणूची अनुकूल परिस्थिति (४) एक विशिष्ट उष्णमान (५) त्याच उष्णमानाचा कायमपणा (६) विद्युत्प्रवाहाची शक्ति.** रासायनिक कार्य कोणत्याहि परिस्थितींत होवो; एक गोष्ट आपणास स्पष्ट दिसून येते, ती ही कीं, संयोगांत किंवा विघटनेंत मूळ पदार्थांचे गुणधर्म नाहींसे होऊन नवीन गुणधर्मांचे किंवा घटनेचे पदार्थ तयार होतात; व हे होत असतांना उष्णता, प्रकाश व त्याबरोबर क्वचित् लहानमोठा धडाकाही उत्पन्न होतो.

लवणांचा बनाव आणि विघटना

खालीं नमूद केलेल्या रीतींपैकीं एका रीतीनें संयुग बनतात.

(१) एकत्रित तापविल्यानें अगर हवेंत जाळल्यानें; लोखंड व गंधक एकत्रित पुष्कळ वेळ तापविल्यानें लोखंडाचा सल्फाइड तयार होतो.



लोखंड + गंधक = आयर्न सल्फाइड

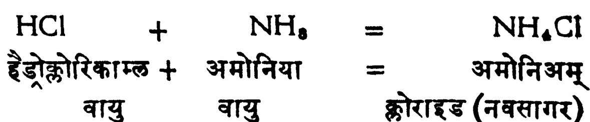
मॅग्नेशिअम् किंवा तांबें हवेंत जाळल्यानें मॅग्नेशिअम् ऑक्साइड किंवा कॉपर ऑक्साइड (क्युप्रस ऑक्साइड) मिळतो.



मॅग्नेशिअम् + ऑक्सिजन् = मॅग्नेशिअम् ऑक्साइड

(२) नुसते दोन वायु एकत्रित आणल्यानें.

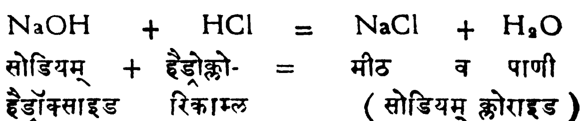
अमोनिया व हैड्रोक्लोरिकाम्ल वायु नळकंड्यांत एकत्रित आणल्यास कांहीं वेळानें पांढऱ्या रंगाचा पदार्थ नळकांड्याच्या बाजूवर बसलेला आढळतो; यालाच अमोनिअम् क्लोराइड (लवण) असें म्हणतात.



$HCl + NH_3 = NH_4Cl$

हैड्रोक्लोरिकाम्ल + अमोनिया = अमोनिअम्
वायु वायु क्लोराइड (नवसागर)

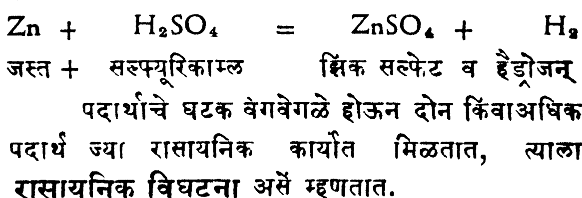
(३) अल्कलीमध्यें कोणतेंही आम्ल योग्य प्रमाणांत मिसळून; सोडियम् हैड्रॉक्साइडमध्यें हैड्रोक्लोरिकाम्ल प्रमाणांत मिसळलें, तर सोडियम् क्लोराइड (मीठ) व पाणी असे मिळतात. यांत मीठ हें लवण तयार होतें.



$NaOH + HCl = NaCl + H_2O$

सोडियम् हैड्रॉक्साइड + हैड्रोक्लोरिकाम्ल = मीठ (सोडियम् क्लोराइड) व पाणी

(४) धातू नुसते आम्लांत टाकले असतां, रासायनिक कार्य होऊन लवणें मिळतात.



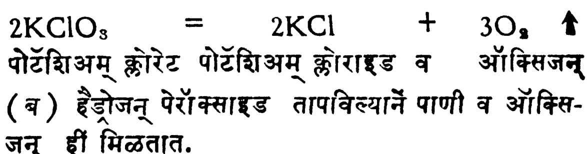
$Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2$

जस्त + सल्फ्यूरिकाम्ल झिंक सल्फेट व हैड्रोजन्

पदार्थाचे घटक वेगवेगळे होऊन दोन किंवाअधिक पदार्थ ज्या रासायनिक कार्यांत मिळतात, त्याला **रासायनिक विघटना** असें म्हणतात.

(१) उष्णता दिल्यानें

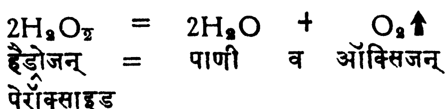
(अ) पोटॅशिअम् क्लोरेट तापविल्यानें पोटॅशिअम् क्लोराइड व ऑक्सिजन हीं मिळतात.



$2KClO_3 = 2KCl + 3O_2 \uparrow$

पोटॅशिअम् क्लोरेट पोटॅशिअम् क्लोराइड व ऑक्सिजन्

(ब) हैड्रोजन् पेरॉक्साइड तापविल्यानें पाणी व ऑक्सिजन् हीं मिळतात.



$2H_2O_2 = 2H_2O + O_2 \uparrow$

हैड्रोजन् पेरॉक्साइड = पाणी व ऑक्सिजन्

(क) पाण्यांतून विद्युत्प्रवाह नेला, तर त्याच्यापासून ऑक्सिजन् व हैड्रोजन् ही मिळतात.



$$H_2O = H_2 + O$$

पाणी = हैड्रोजन् व ऑक्सिजन्

ही झाली एकेरी विघटनेचीं उदाहरणें.

दोन पदार्थांचें परस्परावर रासायनिक कार्य होऊन एकमेकांच्या घटकांची अदलाबदल होते व दोन वेगवेगळे पदार्थ तयार होतात. तेव्हां त्याला **दुहेरी विघटना** (Double decomposition) असें म्हणतात.

प्रयोग ५९ वा:-वेगवेगळ्या पंचपात्रांत सिल्व्हर-नैट्रेट व मीठ यांचे विद्रव तयार करा; व गळणीच्या कागदांतून ते गाळून घ्या. एका नळींत सिल्व्हर-नैट्रेटचा विद्रव घ्या व त्यांत थोडासा मिठाचा विद्रव मिसळा. त्यांचें परस्परांवर रासायनिक कार्य होऊन नवा अविद्राव्य पदार्थ कसा तयार होतो तो पहा.



$$AgNO_3 + NaCl = AgCl \downarrow + NaNO_3$$

सिल्व्हर ↘ सोडियम् = सिल्व्हर व सोडियम्
नैट्रेट ↗ क्लोराइड = क्लोराइड नैट्रेट

याप्रमाणें रासायनिक कार्य होऊन जे पदार्थ मिळतात, त्यांपैकीं सिल्व्हर क्लोराइड हा पांढरा अविद्राव्य पदार्थ असल्यामुळें तो विद्रवांत खालीं बसतो व सोडियम् नैट्रेटचाच विद्रव बनतो; कारण तो विद्राव्य आहे.

प्रयोग ६० वा:-मोरचूद व सोडा यांचे वेगवेगळ्या पंच-पात्रांत विद्रव तयार करा, व गळणीच्या कागदांतून तें गाळून घ्या. मोरचुदाचा विद्रव नळींत घेऊन, त्यांत थोडा सोड्याचा विद्रव मिसळा. त्यांचें परस्परांवर कार्य होऊन अविद्राव्य पदार्थ कसा तयार होतो तो पहा.



$$CuSO_4 + Na_2CO_3 = CuCO_3 + Na_2SO_4$$

कॉपर ↘ सोडियम् = कॉपर + सोडियम्
सल्फेट ↗ कार्बोनेट कार्बोनेट सल्फेट

यांपैकीं कॉपर कार्बोनेट अविद्राव्य असल्यानें तळाशीं बसतो व सोडियम् सल्फेटचा विद्रव बनतो. कॉपर कार्बोनेट निळसर रंगाचा आहे, व सोडियम सल्फेट पांढऱ्या रंगाचा आहे.

याप्रमाणें दोन पदार्थांत रासायनिक कार्य होऊन अविद्राव्य पदार्थ वेगळा होण्याच्या क्रियेला **अवक्षेपण** (Precipitation) असें म्हणतात, व याप्रमाणें वेगळ्या झालेल्या पदार्थाला **सांका** किंवा **अवक्षेप** (Precipitate) असें म्हणतात.

या प्रकरणांतील मुख्य गोष्टींचा सारांश.

(१) दोन किंवा अधिक पदार्थांचा संयोग होण्यास पुढील परिस्थितीची जरूरी असते (१) रासायनिक आकर्षण (२) निकट सान्निध्य (३) अनुरूप परिस्थिति (४) विशिष्ट उष्णमान (५) त्या उष्णमानाचा कायमपणा (६) विद्युत् शक्ति.

(२) पदार्थांचे घटक वेगवेगळे होऊन दोन किंवा अधिक पदार्थ ज्या रासायनिक कार्यांत मिळतात त्या कार्याला रासायनिक विघटना असें म्हणतात.

(३) दोन पदार्थांचें परस्परांवर रासायनिक कार्य होऊन एकमेकाच्या घटकांची अदलाबदल होते, व दोन वेगवेगळे पदार्थ तयार होतात, त्या कार्याला दुहेरी विघटना असें म्हणतात.

प्रश्न

(१) दोन पदार्थाचा रासायनिक संयोग होण्यास कोणत्या परिस्थितीची जरूरी असते ?

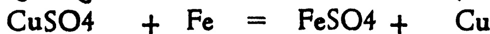
(२) साखर व पोटॅशिअम् क्लोरेट यांच्या मिश्रणावर सल्फ्यूरिकाम्लाचें कार्य केव्हां होतें ?

(३) व्होल्टॅमीटरमध्यें पाणी सल्फ्यूरिकाम्लमिश्रितच कां घेतलें पाहिजे ?

(४) दुहेरी विघटना म्हणजे काय ? त्याचीं एकदोन उदाहरणें द्या.

(५) मोरचुदाच्या द्रवांत चाकूचें पातें बुडविलें तर काय परिणाम होतो:—

उत्तर:—पुढें नमुद केल्याप्रमाणें रासायनिक कार्य घडून येतें.



$$CuSO_4 + Fe = FeSO_4 + Cu$$

कॉपर सल्फेट + लोखंड = फेरस सल्फेट व तांबें मिळतात

लोखंड, कॉपर सल्फेटचा विद्रव विघटित करतें, व तांबें मोकळें होतें; व लोखंड स्वतः विद्रवांतील घटकांशीं संयुक्त होते.

(६) हवेंत नैट्रिक–ऑक्साइड कसा बनतो ? अधिक प्रमाणांत नैट्रिक–ऑक्साइड कां बनत नाहीं ?

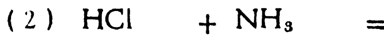
(७) ' अवक्षेपण ' म्हणजे काय ?

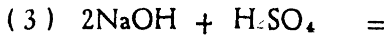
(८) किती रीतीनें लवणांचा बनाव होऊं शकतो ? समीकरणासहित उदाहरणें द्या.

(९) रासायनिक विघटना म्हणजे काय ? ती किती प्रकारांनीं घडून येते ?

(१०) पुढील समीकरणें पुरीं करा:–


(1) $Zn + 2HCl =$


(2) $HCl + NH_3 =$


(3) $2NaOH + H_2SO_4 =$


(4) $NaOH + HNO_3 =$


(5) $BaCl_2 + H_2SO_4 =$

———

प्रकरण १२ वें

कार्बन व त्याचे संयुग.

कार्बन

मागें तुम्ही मेणबत्ती व लांकूड यांवर उष्णतेचे काय परिणाम होतात हें पाहिलें आहेच. मेणबत्ती जळत असतां, तिच्या ज्योतीवर स्वच्छ केलेला कांचेचा तुकडा धरला कीं तो काळा होतो. रॉकेल किंवा गोडें तेल—इतरही तेलें——जळतें तेव्हां याचप्रमाणें मोठ्या प्रमाणांत हा काळा पदार्थ बाहेर पडतो. तसाच परिणाम लांकूड, कापूस, कागद, रेशीम, चामडे वगैरे पदार्थ जाळल्यानेंही होतो. या मागें राहणाऱ्या पदार्थासच तुम्हीं सामान्यतः कोळसा असें म्हणतां; अशाच प्रकारचे दुसरे वनस्पतिज किंवा प्राणिज पदार्थ तापविल्यानें अगर जाळल्यानें काय परिणाम होतात ते आपण पाहूं!

प्रयोग ६१ वाः—निरनिराळ्या उथळ बशींत लांकडाचा भुसा, तांदुळ, पीठ, साखर वगैरे पदार्थ घेऊन ते दिव्याच्या ज्योतीवर तापवा; हे तापवितांना प्रथम एखादा द्रवरूप किंवा वायुरूप पदार्थ निघतो कीं काय तें पहा. शेवटीं बशींत कोणत्या रंगाचा पदार्थ राहतो? हा काळा पदार्थही



आकृति ५०.

उथळ बशींत आणखी कांहीं वेळ तापवा. काळा पदार्थ जाऊन पांढुरक्या रंगाची राख मागें राहते कीं नाहीं? याप्रमाणें हा काळा पदार्थ जळतांना, कांचेचें नळकांडें त्यावर धरा. नंतर तें काढून घेऊन त्यांत थोडीशी चुन्याची निवळी टाका, व तें जोरानें हलवा. चुन्याची निवळी पूर्वीप्रमाणेंच स्वच्छ राहते काय? दुसरें एक रिकामें नळकांडें घेऊन त्यांत चुन्याची निवळी टाका. त्यांतील निवळींत असा बदल होतो काय?

काळा पदार्थ जळतांना जें नळकांडें याप्रमाणें उपडें धरलें असेल, त्यांतील चुन्याची निवळी दुधासारखी पांढरी होते. परंतु दुसऱ्या नळकांड्यांतील निवळी मात्र आहे तशीच राहते. यावरून तुम्हांस दिसून येईल कीं, लांकुड, तांदुळ, पीठ इ० पदार्थ जळून उत्पन्न होणारी काजळी पूर्णपणें जाळली असतां चुन्याची निवळी पांढरी करणारा वायु उत्पन्न होतो.

लांकूड, तांदुळ, पीठ, साखर किंवा तेलें इ० पदार्थ तापविले असतां किंवा जळत असतां जो काळा पदार्थ मिळतो त्यास **कार्बन** असें म्हणतात. यापासून कोणत्याही भिन्न गुणधर्मांचा दुसरा पदार्थ मिळत नसल्याचें दिसून आल्यावरून तो मौलच आहे असें ठरविलें. हा सृष्टीमध्यें, फार मोठ्या प्रमाणांत पसरला आहे. तो मौलाच्या स्वरूपांत तसेंच संयुगावस्थेंतही सांपडतो. या अवस्थेंत तो बहुतेक प्राणिज किंवा वनस्पतिज पदार्थांचा घटक असल्याचें दिसून येतें. प्राणिमात्र किंवा वनस्पति आपल्या श्वासोच्छ्वास क्रियेंत किंवा शरीर–वाढीच्या क्रियेंत, कार्बनचें संयुग बनविण्याचें कार्य सारखें चालू ठेवतात. या संयुगांना सेंद्रिय (Organic) संयुग असें म्हणतात. व बाकीच्यांना निरिंद्रिय (Inorganic) संयुग अशी संज्ञा आहे.

पुष्कळ प्रकारच्या खडकांमध्यें कार्बन निरनिराळ्या पदार्थांशीं संयुक्तावस्थेंत सांपडतो. ज्या खनिज पदार्थांमध्यें हा संयुक्तावस्थेंत सांपडतो त्यास कार्बोनेट असें म्हणतात. उ० कॅलशिअम् कार्बोनेट (संगमरवर). ऑक्सिजन्‌बरोबर संयुक्त होऊन कार्बन–डाय–ऑक्साइड म्हणून वायुरूप अवस्थेंत हवेमध्यें, तसाच विद्रुतावस्थेंत (In a dissolved state) पुष्कळ झऱ्याच्या पाण्यातही हा सांपडतो.

कार्बनचे निरनिराळे प्रकार:–कार्बन संयुक्तावस्थेंत व मौलाच्या स्वरूपांतही सांपडतो, म्हणून वर सांगितलें आहेच. मौलाच्या स्थितींत तो निरनिराळ्या रूपांत आढळून येतो. त्यांपैकीं दिव्याची काजळी व कोळसा हे आपल्या परिचयाचे आहेत. परंतु हिरा व ग्राफाइट हीं शुद्ध कार्बनचीं रूपें आहेत, हें सकृद्दर्शनीं थोडेसें चमत्कारिक दिसतें खरें; ग्रॅफाइट काळसर करड्या रंगाचा, चमकणारा व गुळगुळीत पदार्थ,

व हिऱ्यासारखा तेजस्वी व अत्यंत कठीण असा पदार्थ, हीं एकाच मौलाचीं वेगवेगळीं रूपें कशीं असूं शकतील, असें तुम्हीं विचाराल. परंतु त्यांचे कायिक गुणधर्म भिन्न असतांही तीं या एकाच मौलाचीं भिन्न रूपें होत असें शास्त्रज्ञांनीं दाखवून दिलें आहे. कोळसा व काजळी ह्यां अस्फाटिक कार्बनचें, हिऱ्यासारख्या स्फाटिकरूप कार्बनमध्यें त्यांनीं रूपांतर केलें आहे. रासायनिक दृष्टीनें सुद्धां हीं सर्व कार्बनचींच निरनिराळीं रूपें असल्याचे सिद्ध झालें आहे. कारण हे वेगवेगळे पदार्थ ऑक्सिजनमध्यें जाळल्यावर कार्बन डाय ऑक्साईड वायु—चुन्याची निवळी पांढरी करणारा—तयार होतो.

कार्बनचीं अनेक रूपें—(allotropic forms) कार्बन, गंधक व फॉस्फरस् यांसारखीं मौलें अनेक रूपांमध्यें असूं शकतात. त्यांचे कायिक गुणधर्म वेगळे असतात. परंतु ते एकाच मौलाचीं निरनिराळीं रूपें आहेत हें त्यांच्या रासायनिक गुणधर्मांवरून दाखवितां येतें. कोळसा, हिरा, किंवा ग्रॅफाइट ऑक्सिजन्मध्यें जाळला असतां त्याच्यापासून कार्बन-डाय-ऑक्साइड हा एकच वायु तयार होतो. त्यावरून रासायनिक दृष्ट्या हीं एकाच स्वरूपाचीं मौलें हें सिद्ध होतें. म्हणून एकाच मौलाच्या निरनिराळ्या रूपाचें कायिक गुणधर्म—दार्ढ्य, रंग, विद्रुति, स्फटिकाकृति—वेगळाले असून रासायनिक गुणधर्म एकच असतील तर या स्थितीस **अनेक-रूपता**—(allotropy) असें म्हणतात. याप्रमाणें कार्बनचीं हिरा, कोळसा, ग्रॅफाइट, काजळी, कोक, दगडी कोळसा इ० अनेक रूपें होत. यांपैकीं प्रत्येकाचे कायिक गुणधर्म वेगवेगळे कसे आहेत ते आपण पाहूं.

(१) **हिरा**—पूर्वी आपल्या देशांत हिरे पुष्कळ सांपडत. हल्लींही बुंदेलखंडांत थोडेसे सांपडतात. दक्षिण आफ्रिका, ब्राझील, ऑस्ट्रेलिया हे देश हिऱ्यासाठीं प्रसिद्ध आहेत. हा **स्फाटिकाकृति** पदार्थ असून, त्याचें वि. गु. ३·३–३·६ इतकें असतें. हिरा तेजस्वी, रंगहीन, पारदर्शक, व अतिशय कठीण आहे. उष्णता व विद्युत् यांचा हा मंदवाहक असून, सामान्य उष्णमानावर फार थोड्या रासायनिक द्रव्याचें याच्यावर कार्य होतें.

उपयोगः—तेजस्वीपणामुळें याचा उपयोग दागिन्याकडे करतात. आपल्या बादशहांच्या मुकुटांत जो कोहिनूर हिरा आहे, तो हिंदुस्थानांत

सांपडलेला आहे असें म्हणतात. याच्या कठीणपणामुळें, कांच कापण्या-साठीं, किंवा दुसऱ्या कठीण पदार्थांना पॉलिश करण्यासाठीं याचा उपयोग करतात. विद्युत् भट्टीमध्यें सपाटून तापविला असतां तो फुगतो, व काळा पडतो, आणि शेवटीं त्याचें पूर्ण ज्वलन होऊन कार्बन–डाय–ऑक्साइड वायु तयार होतो.

(२) **ग्रॅफाईट** (लेखनपाषाण):–हा सिलोन, हिंदुस्थान व कॅलिफोर्निआ वगैरे देशांत बराच सांपडतो. विद्युत्–भट्टीमध्यें कठीण दगडी कोळसा खूप तापवून त्यांतील वायुरूप पदार्थ काढून टाकिल्यावर, ग्रॅफाइटच्या रूपामध्यें कार्बन मागें शिल्लक राहतो. हा काळसर, करड्या रंगाचा, चमकणारा पदार्थ असून हाताला गुळगुळीत लागतो. यानें कागदावर काळी रेषा उमटते. त्याचे वि. गु. २·३ आहे. उष्णता व विद्युत् यांचा हा शीघ्रवाहक आहे. हिऱ्याप्रमाणें याच्यावरही रासायनिक द्रवांचा परिणाम होत नाहीं.

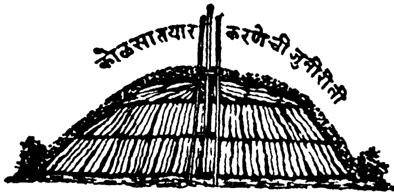
कागदावर ह्यानें रेषा उमटवितां येते; म्हणून याचा शिसपेन्सिली तयार करण्याकडे उपयोग करतात. कठीण शिशाच्या पेन्सिली करतांना याच्यांत निरनिराळ्या प्रमाणांत माती मिसळतात. याची बारीक पूड करून वंगणासाठीं यंत्रांत वापरतात. कारण साधें तेल वापरलें तर घर्षणाच्या उष्णतेमुळें पेट घेण्याचा संभव असतो. हासुद्धां ऑक्सिजन्मध्यें सपाटून तापविला तर जळतो, व कार्बन–डाय–ऑक्साइड वायु उत्पन्न होतो.

अस्फाटिक (Amorphus) कार्बन

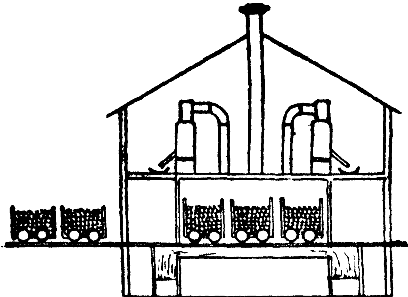
(अ) काजळी (Lamp black). दिवा जळतांना उत्पन्न होणारा काळा पदार्थ प्रत्येकाच्या परिचयाचा आहे. संयुगावस्थेंत कार्बन असलेलीं पुष्कळ खनिज व वनस्पतिज तेलें–रॉकेल, गोडें तेल, टरपेंटाइन इ.–हवेच्या अनियमित किंवा अपुऱ्या पुरवठ्यांत जळत असतां या तेलाचें विघटन होऊन कार्बन मोकळा होतो; व तो पूर्णपणें न जळतां तसाच बाहेर पडतो. जळणाऱ्या दिव्यावर थंड कांच किंवा स्वच्छ धातूचा पत्रा धरला असतां त्यावर काजळीच्या रूपानें हा जमा होतो. काळी शाई किंवा काळा रंग करण्यासाठीं याचा उपयोग फार मोठ्या प्रमाणांत करतात.

(ब) कोकः—हा कार्बनचा दुसरा एक महत्वाचा प्रकार आहे. दगडी कोळसा निर्वात बकपात्रांत तापवीत असतां, वायुरूपांत पुष्कळ द्रव्यें निघून जातात, व मागें तळाशीं एक काळा कठीण पदार्थ राहतो. यासच कोक असें म्हणतात. हाही एक कार्बनचा शुद्ध प्रकार आहे. याचा उपयोग मुख्यतः इंधन म्हणून करतात. शिवाय याच्या कांड्या करून, फार मोठ्या प्रमाणांत विद्युत्-प्रवाह नेणाऱ्या तारांच्या धन व ऋण टोकाशीं एकेक याप्रमाणें जोडतात, व त्यांचीं दुसरीं टोंकें एकमेकास चिकटवून थोडीशीं दूर केलीं असतां अतिशय तीव्र स्वरूपाचा प्रकाश मिळतो. या मधल्या जागेंत कार्बनच्या वाफेचे थर असतात. त्यांचें उष्णमान जवळ जवळ ४०००°सें. पर्यंत असतें. या विद्युत्-दीपाचा उपयोग सिनेमांतील चित्रपट प्रकाशित करण्याकडे होतो. कोकचे चपटे लांबट तुकडे धनटोक म्हणून कांहीं प्रकारच्या बॅटरीमध्यें वापरतात.

(क) भट्टीचा अगर लोणारी कोळसाः—फारसा हवेचा संबंध येऊं न देतां लांकडें जाळून हा कोळसा तयार करतात. मोकळ्या जागेंत लांकडाची रास रचून तिच्या मध्यभागीं पोकळ जागा ठेवतात. त्याच्या राशीवर केरकचरा व लहान लहान लांकडाचे तुकडे रचून, त्यावर माती पसरतात; व कांहीं लांकडें पेटवून मध्यभागीं मोकळ्या जागेंत टाकतात. भरपूर हवेच्या अभावीं लाकडे हळुहळूं जळतात; व त्यांतील वायुरूप घटक, व पाण्याचा अंश निघून जातो; व मागें बऱ्याच शुद्ध स्वरूपांत



आकृति ५१.


आकृति ५२.

कार्बन–कोळसा–राहतो. या जुन्या रीतीनें कोळसा तयार करण्यांत पुष्कळसें लांकूड जळून जातें, व ॲसेटिक् आम्लांसारखे महत्वाचे पदार्थ हवेंत फुकट निघून जातात.

हे महत्वाचे वायुरूप पदार्थ फुकट जाऊं नयेत म्हणून हल्लीं नवीन पद्धतीनें कोळसा तयार करतात. निर्वात जागेंत लांकूड तापवून, हे वायुरूप पदार्थ बाहेर पडतांना जमवितात. या पद्धतीस निर्वात उर्ध्वपातन असें म्हणतात. लोखंडी पत्र्याच्या मोठ्या खोल्या करून त्या लांकडानीं पूर्ण भरतात. सभोंवार विस्तव पेटवून आंतील लाकडें खूप तापवितात. त्यांतून उत्पन्न होणारे वायुरूप पदार्थ हवेंत न सोडतां निरनिराळ्या जागीं जमवितात. यापैकीं मुख्य पदार्थ दारू (Wood-alcohol) डांबर, (Coal-tar) व ॲसेटिक् आम्ल हे होत. याचा उपयोगही अनेक प्रकारच्या उद्योगधंद्यांत होतो. या नवीन पद्धतीनें कोळसा तयार करण्याचा कारखाना भद्रावती (म्हैसूर) येथें आहे. (आकृति ५२ पहा.)

हा कोळसा पुष्कळ अंशीं कार्बनचा एक शुद्ध प्रकार आहे. त्याचें पूर्ण ज्वलन होऊं दिल्यानें, मागे थोडीशी राख शिल्लक राहते. याचा इंधन म्हणून उपयोग करतातच. शिवाय धातु शुद्ध स्वरूपांत काढण्यासाठीं याचा हारक (Reducing agent) म्हणून उपयोग करतात.

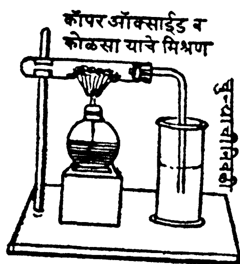
प्रयोग ६२ वा:–कोळशाच्या हरणक्रियेनें लेड् ऑक्साइड्पासून शिसें मिळविणें:–एक कोळशाचा मोठा चौकोनी तुकडा घेऊन त्यांत एक लहानसें भोंक पाडा. त्यांत लेड्––ऑक्साइडची पूड भरा, फुंक–नळीनें दिव्याच्या ज्योतीवर फुंकर घालून तिची ज्योत त्या ऑक्साइडवर पडेल असें करा. कांहीं मिनिटांनीं शिशाच बारीक कण भोकाच्या बाजूंस दिसूं लागतील.



आकृति ५३.

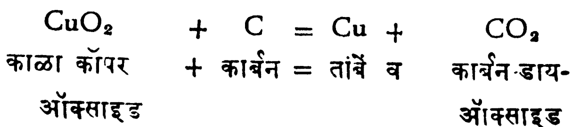
कोळशांतील कार्बन, ऑक्साइडमधील ऑक्सिजनशीं संयुक्त होऊन शिसें मोकळें करतो.

प्रयोग ६३ वा:-एका कठीण कांचेच्या नळींत थोडासा काळा कॉपर ऑक्साइड घ्या, व त्यांत थोडी कोळशाची पूड मिसळा. नळीला वायुवाहक नळी जोडून, तिचें टोंक चुन्याच्या निवळीनें भरलेल्या पात्रांत सोडा. नळींतलें मिश्रण तापवा. कांहीं वेळानें पंचपात्रांत बुडबुडे येतांना व चुन्याची निवळी पांढरी होतांना दिसेल, व नळींत तांब्याचे तांबुस कण दिसूं लागतील. कोळशामुळें कॉपर ऑक्साइडचें विघटन होऊन तांबें मिळालें; व ऑक्साइडमधला ऑक्सिजन् कार्बनबरोबर संयुक्त झाला, व कार्बन-डाय-ऑक्साइड वायु बनला.



आकृति ५४.

पुढील समीकरणावरून कार्बनची हरणक्रिया लक्ष्यांत येईल:—



CuO_2	+	C	=	Cu	+	CO_2
काळा कॉपर ऑक्साइड	+	कार्बन	=	तांबें	व	कार्बन-डाय-ऑक्साइड

(ड) दगडी कोळसा:-हासुद्धां एक कार्बनचें अशुद्ध स्वरूप आहे. हजारों वर्षांपूर्वी दलदलीच्या प्रदेशांत, मोठाल्या सरोवरांच्या तीरावर असलेले दाट अरण्याचे प्रदेश, हळुहळूं भूगर्भाखालीं दडपले जाऊन, त्या ठिकाणीं पुन्हा कांहीं वर्षांनीं पूर्वीसारखीं दाट अरण्यें बनलीं. तींही कालांतरानें भूगर्भांत गडप झालीं. याप्रमाणें लांकडाचे थर एकमेकावर सारखे सांचत राहून अनंत कालपर्यंत अतिशय दाबाखालीं दडपून गेले. या दडपून गेलेल्या वनस्पतिज पदार्थांवर, आंतील उष्णतेचा हवेच्या अभावीं परिणाम होऊन दगडी कोळसा बनलेला आहे. जितक्या अधिक कालपर्यंत ते पदार्थ दाबाखालीं दडपून राहिले

तितक्या प्रमाणांत त्यांच्यामध्यें शुद्ध स्वरूपांत कार्बनचा अधिक अंश शिल्लक राहिला. ज्या प्रमाणांत कार्बनचा हा शुद्ध अंश अधिक असेल त्यावरून दगडी कोळशाच्या वेगवेगळ्या जाती ठरविल्या आहेत. अँथ्रासाइट जातीच्या दगडी कोळशांत शेंकडा ९० भाग इतका कार्बन असतो. '**पीट**' जातीच्या कोळशांत तो शेंकडा ३० पेक्षां अधिक असत नाहीं. ग्रॅफाइट (लेखनपाषाण) हें कार्बनचें शुद्ध स्वरूप आहे. हासुद्धां कदाचित् वरील विक्रियेप्रमाणें बनलेला असून वनस्पतिज पदार्थांचें भूगर्भांत होणाऱ्या विघटनेचें शेवटचें स्वरूप असावें. त्यांत असलले इतर पदार्थ पूर्णपणें निघून गेलेले असावेत.

दगडी कोळशाच्या खाणी जगाच्या निरनिराळ्या भागांवर विखुरलेल्या आहेत. हिंदुस्थानांत पंजाब, मध्यप्रांत, बंगाल, या प्रांतांत विशेषेंकरून हा पुष्कळ सांपडतो. मोठमोठ्या कारखान्यांत, तसेंच रेल्वेच्या इंजिनसाठीं सर्पण म्हणून फार मोठ्या प्रमाणांत दगडी कोळसा वापरतात. हा बकपात्रांत अगर धातूच्या मोठाल्या पात्रांत हवेच्या अभावीं तापविला असतां, पुष्कळ पदार्थ-डांबर-अमोनिया, इ०-वायुरूपानें बाहेर पडतात; त्याबरोबरच कोलगॅस हा वायु निघतो. हा हैड्रोजन् वायूप्रमाणें जळतो, व जळतांना उत्तम प्रकाश देतो. वर सांगितलेले इतर वायुरूप पदार्थ निवाले म्हणजे द्रवतात. त्यापैकीं डांबरापासून 'फिनेल' व नाना प्रकारच्या कृत्रिम रंगांची व औषधी द्रव्यांची निपज होते.

(इ) **प्राणिज कोळसा:**— (Animal charcoal) प्राण्यांचीं हाडें, मांस, वगैरे निरनिराळे प्राणिज पदार्थ, बंद केलेल्या भांड्यांत जाळून, हा कोळसा तयार करतात. रंगद्रव्याचें शोषण करून घेणें, हा याचा महत्वाचा गुणधर्म आहे. म्हणून पिंगट साखर पांढरी शुभ्र करण्यासाठीं पूर्वी याचा उपयोग करीत.

प्रयोग ६४ वा:-एका बशींत थोडा गुळाचा विद्रव घ्या. प्राणिज कोळशाची थोडी पूड त्यांत टाकून तो चांगला ढवळा, व कांहीं वेळ उकळवा. नंतर हें मिश्रण गळणीच्या कागदामधून

गाळून घ्या. विद्रवाचा रंग पूर्वीसारखाच आहे, कां तो रंगहीन झाला तें पहा.

कोळशाचें कार्य पूर्णपणें झालें असल्यास विद्रव रंगहीन झाल्याचें तुम्हांस दिसून येईल.

वेगवेगळया स्वरूपांत कार्बनचे कांहीं गुणधर्म वेगवेगळे असल्याचें जरी आढळून आलें, तरी त्याचे कांहीं गुणधर्म एकसारखेच आहेत. उ. (१) कोणत्याही स्वरूपांत कार्बनला वास किंवा चव नसते. (२) तो पाण्यांत किंवा इतर दुसऱ्या कोणत्याही द्रवांत, विरघळत नाहीं. (३) हवेंत किंवा ऑक्सिजन्‌मध्यें जाळला असतां, त्या प्रत्येकापासून कार्बन-डाय-ऑक्साइड वायूच मिळतो.

कार्बन–मॉनॉक्साइडः—झिंक् ऑक्साइडबरोबर कोळशाच्य पुडीचें मिश्रण करून व तें तापवून **डी लॉसेन** या फ्रेंच शास्त्रज्ञानें हा वायु प्रथम तयार केला. लव्हॉयजेला हा जळून कार्बन-डाय-ऑक्साइड वायु मिळतो हें माहित होतें. परंतु इ. स. १८०० मध्यें **क्रुइक्‌शँक** यानें हा कार्बनचा ऑक्साइड् आहे हें सिद्ध करीपर्यंत याची निश्चित घटना कोणालाच कळली नव्हती.

ज्वालामुखींतून बाहेर पडणाऱ्या वायूमध्यें थोड्या प्रमाणांत हा वायु असतो. कोळसा अर्धवट जळतांना जो धूर निघतो त्यांतही थोड्या प्रमाणांत हा वायु आढळतो.

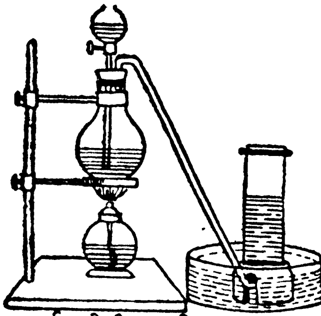
तयार करण्याची रीतः–(१) कांहीं धातूंचे ऑक्साइड कोळशाच्या पुडीबरोबर तापविले असतां ते उष्णतेनें विघटित होतात. त्यामुळें हा वायु बनतो.

$$ZnO + C = Zn + CO\uparrow$$

झिंक ऑक्साइड व कार्बन   जस्त व का. मॉनॉक्साइड

(२) परंतु हा वायु प्रयोगशाळेंत तयार करण्याची रीत खालीं दिल्याप्रमाणें आहेः—

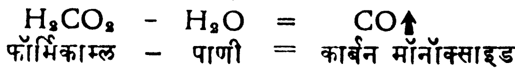
प्रयोग ६५ वाः–एका कांचेच्या चंबूंत फार्मिकाम्ल घ्या. त्याला दोन भोंकें असलेलें बूच बसवून एकांत थेंब–गाळणी



कार्बन मोनोक्साईड करण्याची रीत.

आकृति ५५.

(Dropping funnel) व बुच. ज्यांत वायुवाहक नळी बसवा. थेंब-गाळणींत तीव्र सल्फ्यूरिकाम्ल घेऊन, चंबूंतील फार्मिकाम्ल तापत असतां त्यावर तें थेंब थेंब पडेल अशी व्यवस्था करा. (आ. ५५ पहा.). तीव्र सल्फ्यूरिकाम्ल, फॉर्मिकाम्ला-मधून फक्त पाण्याचा अंश काढून घेते.



$H_2CO_2 - H_2O = CO\uparrow$

फॉर्मिकाम्ल − पाणी = कार्बन मॉनॉक्साइड

या वायूनें दोन तीन नळकांडीं भरून पुढीलप्रमाणें प्रयोग करा:—

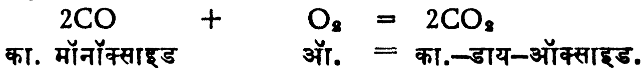
(१) वायूस रंग, वास किंवा चव आहे काय ? (हा वायु तीव्र विष असल्यामुळें याचा वास किंवा चव जरा काळजीपूर्वकच पहावी.)

(२) नळकांड्यांत लिटमसचा कागद टाकून पहा. कांहीं परिणाम होतो काय ?

(३) हा वायु पाण्यावरच गोळा केला, यावरून तो पाण्यांत विद्रुत होतो कां नाहीं ?

(४) दुसऱ्या एका नळकंड्याजवळ जळती मेणबत्ती आणा. तो वायु जळतो कां नाहीं ? जळत असल्यास ज्योतीचा रंग कसला आहे ?

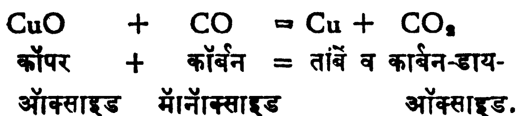
तो जळतांना, ऑक्सिजनशीं संयुक्त होऊन कार्बन-डाय-ऑक्साइड वायु बनतो.



$2CO + O_2 = 2CO_2$

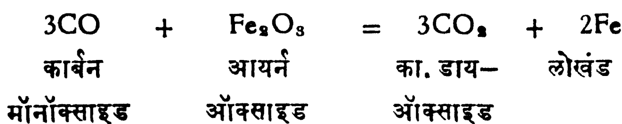
का. मॉनॉक्साइड ऑ. = का.—डाय—ऑक्साइड.

ऑक्सिजनबरोबर त्याचा त्वरित संयोग होत असल्यामुळें त्याचा हारक म्हणून चांगला उपयोग होतो. कांहीं धातूंच्या ऑक्साइडबरोबर तो तापविला असतां त्याचा धातूंच्या ऑक्सिजन्बरोबर संयोग होऊन धातू मोकळा होतो, व कार्बन-डाय-ऑक्साइड वायु मिळतो.


$$CuO + CO = Cu + CO_2$$
कॉपर ऑक्साइड + कॉर्बन मॅनॉक्साइड = तांबें व कार्बन-डाय-ऑक्साइड.

गुणधर्मः—कार्बन मॉनॉक्साइड हा रंगहीन, वासरहित, रुचिहीन वायु आहे. हा पाण्यांत विद्रुत होत नाहीं; हा ज्वलनशील असून, याच्या ज्योतीचा रंग निळसर असतो; हा विषारी वायु आहे. रक्तांतील तांबड्या पेशींशीं याचा संयोग होऊन, एक तीव्र तांबड्या रंगाचा संयुग बनतो, व रक्त वाहण्याची क्रियाच बंद पडते. या वायूंत निळ्या लिटमसचा कागद तांबडा करण्याचा किंवा चुन्याची निवळी पांढरी करण्याचा गुणधर्म नाहीं.

उपयोगः—हा वायु जळतांना तीव्र उष्णता उत्पन्न होते. म्हणून याचा उपयोग वायुरूप इंधन म्हणून होतो. तो एकटा उपयोगांत आणला असेल तेव्हां त्यास ' निर्मित वायु—(Producer gas) व हैड्रोजन्‌बरोबर मिसळला असेल तेव्हां जलवायु (Water gas) असें म्हणतात. याच्या हारक गुणधर्मामुळें भट्टींत आयर्न—आक्साइडपासून लोखंड वेगळें करण्याकडे याचा उपयोग होतो. पुढील समीकरण पहाः—


$$3CO + Fe_2O_3 = 3CO_2 + 2Fe$$
कार्बन मॉनॉक्साइड + आयर्न ऑक्साइड = का. डाय-ऑक्साइड + लोखंड

कार्बन-डाय-ऑक्साइडः—**व्हॉन् हेलमाँट** नांवाच्या डच् शास्त्रज्ञानें १७ व्या शतकाच्या आरंभीं या वायूचा शोध लाविला. पुष्कळसे पदार्थ जळतांना, त्याचप्रमाणें दुसरे कांहीं आंबून फसफसतांना, हा वायु निघत असल्याचें त्यानें दाखविलें व त्याला '**गॅस सिल्व्हेस्ट्री**' (लांकडापासून निघणारा वायु) असें नांव दिलें. अशा प्रकारच्या वायूंना पूर्वीचे शास्त्रज्ञ हवा असेंच म्हणत असत. परंतु हवा या शब्दापासून भिन्न असा वायु हा शब्द, यानें प्रथम उपयोगांत आणिला.

व्हॉन हेलमाँट यानें या वायूसंबंधीं केलेल्या संशोधन-कार्याचा लवकरच शास्त्रज्ञांना विसर पडला. १८ व्या शतकाच्या मध्यास या वायूसंबंधीं शास्त्रज्ञांत पुन्हां कुतुहल उत्पन्न झालें. जुन्या शास्त्रज्ञांनीं

लाविलेल्या शोधाचे धागेदोरे नव्यांकडून तावडतोब उपयोगांत आणले जात नसत, हें थोडेसें चमत्कारिक वाटेल. परंतु त्यावेळीं असें होत असें खरें.

जोसेफ ब्लॅक (१७२८–१७९९)

जोसेफ ब्लॅकनें हा वायु पुन्हां शोधून काढला. हा बोर्डो येथें इ. स. १७२८ मध्यें जन्मला. वयाच्या १६ व्या वर्षी ग्लासगो येथील विश्वविद्यालयांत शिक्षणक्रमास त्यानें सुरवात केली. त्याला रसायन–शास्त्राची विशेष आवड असल्यामुळें त्यानें त्याचा विशेष अभ्यास सुरू केला, व विश्वविद्यालयांत अध्यापकाची जागा मिळविली. वैद्यकशास्त्र शिकण्यासाठीं एडिनूबरो येथील वैद्यकपाठशालेंत शिकत असतां, ऑस्टि-यर शिंपले भाजून मिळणारी, व चुनखडी भाजून त्यापासून मिळणारी चुन्याची निवळी, या दोहोंत वैद्यकीय दृष्टया अधिक चांगली कोणती याचा खल करीत असतां, आपण स्वतःच प्रयोग करून याबद्दल पुरा तपास करावा असें त्यानें ठरविलें; आणि हे प्रयोग करीत असतांच इ. स. १७५४ मध्यें सौम्य आम्लाचें चुनखडीवर आणि सौम्य अल्क-लीवर काय कार्य होतें हें पहात असतां, त्याला कार्बन-डाय-ऑक्साइड वायूचा शोध लागला. त्याला त्यानें 'नियमित हवा' असें नांव दिलें. हा कार्बन-डाय-ऑक्साइड वायु असल्याचें लव्हॉयजे यानें सिद्ध केलें.

ब्लॅकनें या वायूचे गुणधर्मही पुष्कळांशीं निश्चित केले. चुन्याच्या निवळींत हा वायु सोडला असतां ती पांढरी होते, हा विशिष्ट गुणधर्म त्यानेंच प्रथम तपासून पाहिला, व आजपर्यंतही तो तसा मानला जात आहे. चुन्याच्या निवळीच्या सहायानें, त्यानें हवेमध्यें तसेंच मनुष्याच्या श्वासोच्छ्वासामध्यें, या वायूचें अस्तित्व सिद्ध केलें. कार्बन–डाय–ऑक्साइडमध्यें मानवी जीवन अशक्य असल्याचें त्याला आढळून आलें.

हा वायु तयार करण्याची रीत.

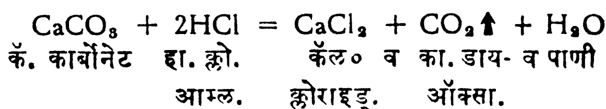
कोणताही कार्बनचा संयुग किंवा कार्बन हवेंत किंवा ऑक्सिजन्-मध्यें जाळला असतां चुन्याची निवळी पांढरी करणारा कार्बन–डाय–ऑक्साइड वायु उत्पन्न होत असल्याचें तुम्हीं आतांपर्यंत पाहिलें आहेच. आतां दुसऱ्या एखाद्या रीतीनें हा वायु तयार करतां येतो कीं नाहीं तें आपण पाहूं.

प्रयोग ६६ वा:-- नळींत एकदोन लहान संगमरवराचे (कॅलशिअम् कार्बोनेट) तुकडे घ्या; व त्यांवर थोडेसें हायड्रो-क्लोरिकाम्ल ओता. नळीला वायुवाहक नळी जोडून तिचें टोंक चुन्याची निवळी असलेल्या नळींत सोडा. संगमरवरावर आम्लाचें कार्य व्हावयास लागून, जो वायु निघेल तो चुन्याच्या निवळींत येऊन हैड्रोक्लोरिक आम्लाऐवजीं ती निवळी पांढरी करतो कीं काय तें पहा. कांहीं वेळानें संगमरवर आम्लांत विरघळून जातो काय ?

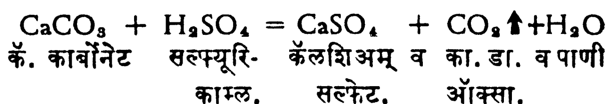
वरील प्रयोगांत सांगितल्याप्रमाणें सल्फ्यूरिकाम्लाचें किंवा नैट्रिकाम्लाचें संगमरवरी (फरशी) वर कार्य करून पहा. त्या-मुळेंही चुन्याची निवळी पांढरी करणारा वायु निघतो कीं काय तें पहा. आम्लांत संगमरवर विरघळतो कीं काय ?

निरनिराळ्या आम्लांचें निरनिराळ्या (संगमरवरावर) कॅलशिअम् कार्बोनेटवर पुढील समीकरणाप्रमाणें कार्य होतें:-

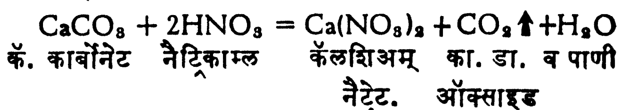
(१) हायड्रोक्लोरिक् आम्ल-


$$CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + CO_2\uparrow + H_2O$$

(२) सल्फ्यूरिकाम्ल-


$$CaCO_3 + H_2SO_4 = CaSO_4 + CO_2\uparrow + H_2O$$

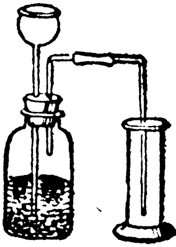
(३) नैट्रिकाम्ल-


$$CaCO_3 + 2HNO_3 = Ca(NO_3)_2 + CO_2\uparrow + H_2O$$

यांप्रमाणें फरशीच्या दगडावर वरील तिन्हीही आम्लांचें कार्य होऊन चुन्याची निवळी पांढरी करणारा वायु (कार्बन-डाय-ऑक्साइड) उत्पन्न होतो. [सूचना:-(१) प्रयोगशाळेंत हा वायु तयार करतांना

संगमरवर व हायड्रोक्लोरिकाम्लच वापरतात. सल्फ्यूरिकाम्ल वापरत नाहींत; कारण चुनखडी, अगर संगमरवर (कॅलशिअम् कार्बोनेट)वर सल्फ्यूरिकाम्लाचें कार्य होऊन प्रथम कार्बन–डाय–ऑक्साइड वायु निघूं लागतो; परंतु आम्लाचें ह्या पदार्थावर होऊं लागलेलें कार्य लवकरच थांबतें. कारण प्रथम हें कार्य चालूं होतें, तेव्हां त्यामुळें जो कॅलशिअम् सल्फेट बनतो, त्याचे पातळ थर या कार्बोनेटवर बसून, त्याचा आम्लाशीं संयोग येण्यास अडथळा होतो. कॅलशिअम्–सल्फेट सल्फ्यूरिकाम्लामध्यें अविद्राव्य आहे. (२) खडूच्या कांड्यांना मऊपणा येण्यासाठीं त्यांत कॅलशिअम् सल्फेट मिसळलेला असतो म्हणून हा वायु तयार करण्यासाठीं त्यांचाही उपयोग करीत नाहींत.]

प्रयोग ६७ वा:–कार्बन–डाय–ऑक्साईड वायु तयार करून त्याचे गुणधर्म तपासणें:– एका चंबूंत थोडें पाणी घ्या व तो थोडा तिरपा धरून त्यांत फरशीच्या [1] दगडाचे (कॅलशिअम् [2] कार्बोनेट) लहान लहान तुकडे हळुहळूं सोडा. एकदम सगळे तुकडे टाकल्यास चंबू फुटण्याचा संभव असतो. नंतर दोन भोकें असलेलें रबरी बूच बसवून एकांतून वायुवाहक नळी, व दुसरींतून लांब नळीचें फनेल बसवा. (आकृति ५६ पहा). फनेलचें टोंक पाण्याच्या पृष्ठभागाखालीं राहिलें पाहिजे. नंतर वायुवाहक नळींतून हवा फुंकून चंबू वाताभेद्य (Airtight) आहे कां नाहीं पहा. हवा फुंकल्यावर वायुवाहक नळीचें टोंक बोटाच्या चिमटींत दाबून धरा. फनेलमध्यें वर चढलेलें पाणी खालीं न उतरूं लागल्यास तें वाताभेद्य आहे असें समजावें. फनेलमधून आतां हायड्रोक्लोरिक्–आम्ल, चंबूंत ओता. आम्लाचें कार्य संगमरवरावर होऊं लागून, वायु



आकृति ५६.

टीप:–(१) चुनखडी किंवा संगमरवर हे रासायनिक दृष्ट्या एकच (कॅलशिअम् कार्बोनेट) आहेत. (२) याऐवजीं कोणताही कार्बोनेट घेतला तरी चालेल; परंतु स्वस्त असल्यामुळें प्रयोगासाठीं हा पसंत करतात.

जोरानें निघूं लागेल, चंबूंतील विद्रव फसफसूं लागेल. हा वायु नळकंड्यांत जमा करून, त्याच्या तोंडाशीं जळती मेणबत्ती धरून ती जळूं शकते कीं काय तें पहा. ती तावडतोब विझते अशी खात्री झाल्यावर चार पांच नळकांडीं या वायूनें भरा. तीं वायूनें पूर्ण भरलीं कीं नाहीं हें तुम्ही कसें ओळखाल? भरलेल्या नळकांड्यावर झांकण्या ठेऊन त्याचे गुणधर्म पाहण्यास पुढीलप्रमाणें प्रयोग करा.

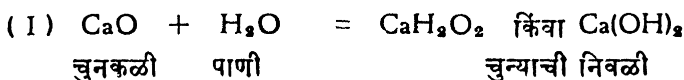
(१) वायूला रंग, वास किंवा चव आहे काय ?

(२) वायुवाहक नळीचे टोंकाजवळ जळती काडी धरून तो जळतो कीं काय तें पहा.

(३) एका नळकांड्यांत निळा व तांबडा लिटमसचा कागद ओला करून टाका. त्यावर वायूचा काय परिणाम होतो ?

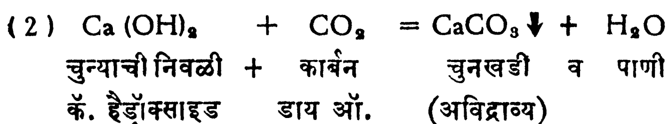
(४) एका नळींत थोडेसें पाणी घ्या, व त्यांत निळा लिटमसचा कागद टाका. कागदावर काय परिणाम होतो? वायुवाहक नळींतून त्यांत हा वायु सोडा. थोड्या वेळानें लिटमसचा कागद तांबडा झालेला दिसेल. यावरून तुम्हांस काय कळतें ?

(५) एका नळींत थोडीशी चुन्याची निवळी घ्या; व त्यांत हा वायु सोडा. प्रथम ती दुधासारखी पांढरी झालेली दिसेल. पुढें आणखी बराच वेळ हा वायु तिच्यांत जाऊं दिल्यास ती हळुहळूं स्वच्छ व पारदर्शक होऊं लागेल. ही स्वच्छ झालेली निवळी तापवा. तिच्यांतून वायूचे बुडबुडे बाहेर पडून ती पुन्हा पांढरी होऊं लागेल. चुन्याच्या निवळीवर या वायूची होणारी विक्रिया पुढील समीकरणावरून स्पष्ट कळून येईल.



(1) $CaO + H_2O = CaH_2O_2$ किंवा $Ca(OH)_2$

चुनकळी पाणी चुन्याची निवळी



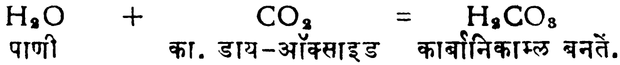
(2) $Ca(OH)_2 + CO_2 = CaCO_3 \downarrow + H_2O$

चुन्याची निवळी + कार्बन चुनखडी व पाणी

कॅ. हैड्रॉक्साइड डाय ऑ. (अविद्राव्य)

चुनकळी पाण्यांत थोडीशी विद्राव्य आहे. या विद्रवासच आपण चुन्याची निवळी म्हणतों; यांत कार्बन-डाय-ऑक्साइड वायु सोडला

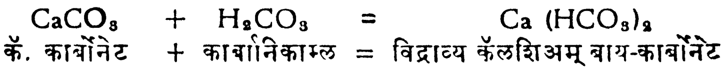
म्हणजे, विद्राव्य चुनकळीचा व या वायूचा संयोग होऊन अविद्राव्य चुनखडी (कॅलशिअम् कार्बोनेट) बनते. त्यामुळें विद्रवास दुधासारखा पांढरा रंग येतो. आपण अधिक कार्बन–डाय–ऑक्साइड वायु सोडतों तेव्हां त्याचा संयोग होण्यास चुनकळी नसल्यामुळें, तो स्वतंत्रपणें पाण्यांत विरतो आणि सौम्य आम्ल बनतें.



$$H_2O \quad + \quad CO_2 \quad = \quad H_2CO_3$$

पाणी   का. डाय–ऑक्साइड   कार्बानिकाम्ल बनतें.

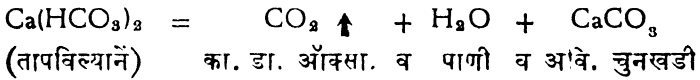
आणि या कार्बानिकाम्लामध्यें, अविद्राव्य कॅलशिअम् कार्बोनेट विरघळतो; व विद्राव्य कॅलशिअम्–बाय–कार्बोनेट बनतो.



$$CaCO_3 \quad + \quad H_2CO_3 \quad = \quad Ca\,(HCO_3)_2$$

कॅ. कार्बोनेट + कार्बानिकाम्ल = विद्राव्य कॅलशिअम् बाय-कार्बोनेट

हा विद्रव तापविला म्हणजे संयुग विघटित होऊन त्यांतील CO_2 निघून जातो, व अविद्राव्य कॅलशिअम्–कार्बोनेट (चुनखडी) तळाशीं बसतो व विद्रव पुन्हां दुधासारखा पांढरा बनतो.



$$Ca(HCO_3)_2 \quad = \quad CO_2 \uparrow \quad + H_2O \quad + \quad CaCO_3$$

(तापविल्यानें)   का. डा. ऑक्सा. व पाणी व अवि. चुनखडी

(६) एका नळकंड्यात मेणबत्ती जळत ठेवा. त्यावर या वायूनें भरलेलें नळकांडें उपडें करूं लागा. नळकांड्यांतील मेणबत्ती विझते काय ? विझत असल्यास हा वायु वरच्या पात्रांतून खालच्या पात्रांत आला असला पाहिजे. अर्थात् तो हवेपेक्षां जड असला पाहिजे हें आपोआप सिद्ध होतें.



आकृति ५७

(७) वायूनें भरलेल्या पात्रांत जळती मेणबत्ती, व दुसऱ्यांत जळतें गंधक सोडा; त्यांचें ज्वलन थांबतें काय ?

(८) पांच सहा इंच लांबीचा मॅग्नेशियम्‌च्या फितीचा तुकडा घेऊन तो चिमट्यानें धरून पेटवा व वायूनें भरलेल्या नळकंड्यांत सोडा. तो जळूं शकतो कां विझतो ? जळत असल्यास नळकंड्यांत तुम्हास काय

फरक आढळून येतो ? नळकंड्यांत थोडेसें सौम्य हैड्रोक्लोरिकाम्ल टाका. त्यांत कोणता पदार्थ विरतो ? काळा कीं पांढरा ? मॅग्नेशिअम् या वायूंत जळतो, तेव्हां पुढील विक्रिया घडून येते:—



$$2Mg + CO_2 = 2MgO + C$$

मॅग्नेशिअम् कार्बन डाय-आक्साईड मॅ. ऑक्सा. व कार्बन्

जो काळा धूर दिसतो तो याच विघटित झालेल्या कार्बनचा होय.

वरीलप्रमाणें प्रयोग केल्यावर पुढीलप्रमाणें या वायूचे गुणधर्म निश्चित ठरवितां येतात.

कायिक अणुभार......४४, दार्ढ्य:-(हवा=१)१·५.

हा वायु रंगहीन, रूचिहीन व वासरहित असून हवेपेक्षां जड आहे. हा पाण्यांत विरतो, व त्याचा विद्रव आम्ल असून त्याला कॅर्बोनिकाम्ल असें म्हणतात. हा वायु विषारी नाहीं; परंतु श्वासोच्छ्वासास मदत करीत नसल्यानें बंद केलेल्या खोलींत याचें प्रमाण वाढलें तर मनुष्य शुद्ध हवेच्या अभावीं गुदमरून मरतो.

रासायनिक

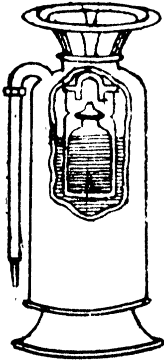
(१) निळ्या लिटमसचा कागद लाल करण्याचा गुणधर्म याच्यांत आहे; अर्थात् हा आम्लधर्मी आहे. (२) चुन्याची निवळी पांढरी करण्याचा गुणधर्म यांत आहे; हा याचा विशेष गुणधर्म होय. यामुळें हा वायु इतर वायूंपासून ताबडतोब ओळखतां येतो. चुन्याच्या निवळीमध्यें अधिक काळपर्यंत हा वायु सोडला तर निवळी पूर्ववत् स्वच्छ होते; व ही स्वच्छ झालेली निवळी तापविली तर त्यांतून हा वायु बाहेर पडून पुन्हां ती पांढरी होते. (असें कां होतें याचें विवेचन मागें आलें आहेच.) (३) हा स्वतः हैड्रोजनप्रमाणें जळत नाहीं. (४) सामान्यतः हा वायु ज्वलनास मदत करीत नाहीं; परंतु मॅग्नेशियमूसारखे ऑक्सिजनशीं अतिशय जलद संयुक्त होणारे पदार्थ यांत जळतात; कारण या वायूशीं संयुगित असलेला ऑक्सिजन् विघटित करून स्वतःच्या ज्वलनाकडे उपयोग करून घेण्याचें सामर्थ्य याच्यांत आहे. (५) हा वायु हवेच्या सामान्य दाबाखालीं फारसा विद्राव्य नाहीं; परंतु दाबाच्या वाढीबरोबर त्याची पाण्यांतील विद्रुतीही वाढते; याचें प्रत्यक्ष व्यवहारांतील उदाहरण म्हणजे 'सोडावॉटर' होय. बाटलीचें

बूच काढल्याबरोबर एकदम दाब कमी झाल्यामुळें पाण्यांतून वायु भराभर बाहेर येऊं लागतो.

कार्बन–डाय–ऑक्साइड वायूचे उपयोग.

(१) सोडावॉटर तयार करण्याकडे या वायूचा उपयोग फार होतो. हा वायु पाण्यांत विरवितांना त्यावरील दाब सपाटून वाढवितात.

(२) पाव करण्यासाठीं जें पीठ तयार करतात त्यांत 'बेकिंग पावडर' मिसळतात. (बेकिंग पावडरमध्यें टारटारिकाम्ल व सोडियम्–बाय–कार्बोनेट यांचें मिश्रण असतें. हें मिश्रण ओलसर झालें म्हणजे, त्यांची विक्रिया सुरू होऊन कार्बन–डाय–ऑक्साइड वायु निघूं लागतो. तो त्या तुकड्यामधून बाहेर पडतांना त्याला सछिद्र बनवितो.



आकृति ५८.

(३) आग विझविण्याच्या कामींही लहान प्रमाणांत याचा उपयोग करतात. ज्या वेळीं आपण बटन् दाबतों तेव्हां बाटलींतील आम्ल-सोडियम्–बाय-कार्बोनेटवर पडूं लागतें व त्यामुळें कार्बन–डाय–ऑक्साइड वायु निघूं लागतो.

(४) वॉशिंग सोडा तयार करण्याकडे या वायूचा उपयोग करतात.

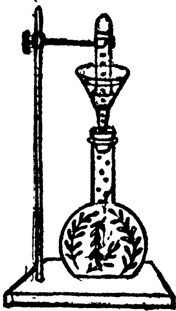
ऑक्सिजन् व कार्बन-डाय–ऑक्साइड यांचें परस्परावलंबित्व.

श्वासाबरोबर मनुष्य ऑक्सिजन् आंत घेतो व उच्छ्वासांत कार्बन-डाय-ऑक्साईड वायु बाहेर सोडून देतो. त्याचप्रमाणें नाना प्रकारचे पदार्थ किंवा सर्पण जळतांना व सेंद्रिय पदार्थ कुजतांना हा वायु उत्पन्न होतो. चुन्याची निवळी उथळ बशींत मोकळ्या हवेवर ठेवली तर तिच्या पृष्ठभागावर पांढुरक्या रंगाचा पातळ थर जमलेला दिसतो. जर ही चुन्याची निवळी थोडीशी ढवळली, तर ती दुधाप्रमाणें पांढरी झालेली दिसते. यावरून हवेंत या वायूचें अस्तित्व सिद्ध करून दाखवितां येतें. १००० भाग हवेंत हा वायु तीन चार भाग असलेला आढळून येतो.

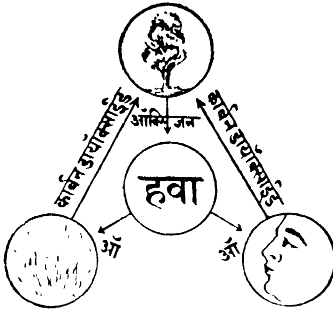
परंतु हजारों वर्षे वरील क्रियेनें हा वायु हवेंत सारखा मिसळत असला, तरी त्याचें प्रमाण मात्र बिलकूल वाढलेलें दिसत नाहीं; किंवा ऑक्सिजन्चें प्रमाण कमी झालेलेंही दिसत नाहीं, हें असें कां होतें ?

सृष्टीमध्यें हें कार्य आपोआप घडून यावें अशी परमेश्वराची योजना आहे. झाडांच्या हिरव्या पानांकडून हें शुद्धीकरणाचें कार्य घडून येतें. हीं पानें म्हणजे एक सृष्टींतील फार मोठी प्रयोगशाळाच आहे. सूर्यप्रकाशांत हीं पानें हवेंतील कार्बन-डाय-ऑक्साइड वायु विघटित करून स्वतःच्या वाढीसाठीं त्यांतला कार्बनचा उपयोग करून घेतात व ऑक्सिजन् पुन्हां हवेंत सोडून देतात. हें कार्य प्रत्येक वनस्पतीकडून अगदीं सहज घडून येतें. कारण, या क्रियेवरच त्यांची वाढ अवलंबून आहे. पावसाळयात पुष्कळ पाऊस पडूनसुद्धां जर सूर्यप्रकाश बरोबर मिळाला नाहीं तर वनस्पतींवर बिलकुल टवटवी दिसत नाहीं. याचें कारण झालें तरी हेंच होय. प्रयोगशाळेंतसुद्धां सृष्टींतील घडून येणारें हें महत्त्वाचें कार्य सहज दाखवितां येतें.

प्रयोग ६८ वाः—ताजीं हिरवींगार पानें एका चंबूंत घ्या. व चंबूच्या तोंडाशीं बसविलेल्या बुचांत, आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें फनेल बसवा. (आ. ५९ पहा.) आतां चंबूंत कार्बन-डाय-आक्साईड विरविलेलें पाणी अशा बेतानें ओता कीं, तो चंबू पाण्यानें पूर्णपणें भरून कांहीं पाणी फनेलमध्यें राहिलें पाहिजे. या फनेलच्या तोंडावर पाण्यानें भरलेली नळी उपडी करून ती स्टँडवर चिमट्यानें अडकवून ठेवा. याप्रमाणें उपकरण तयार करून तें तास दोन तास सूर्यप्रकाशांत ठेवा. रंगहीन वायूचे बुडबुडे पानाच्या पृष्ठभागावर जमलेले व त्यांतून कांहीं नळींत जमा होत असलेले तुम्हांस दिसतील. नळींत पुष्कळसा वायू जमा झाल्यावर ती बाहेर काढून तिच्या तोंडाशीं जळती काडी धरा. ती तीव्रतेनें जळते कां नाहीं तें पहा. नळींत जमा झालेला वायु ऑक्सिजन् असल्याचें तुम्हांस दिसून येईल.



आकृति ५९.



आकृति ६०.

आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें हवेंतील ऑक्सिजन् व कार्बन–डाय–ऑक्साईड यांचें प्रमाण कायम ठेवण्यास मनुष्य व वनस्पति परस्परांस मदत करतात.

डॉ. सर जगदीशचंद्र बोस यांनीं वनस्पतींना माणसाप्रमाणें भावना असल्याचें व त्यांचे श्वासोच्छ्वासासारखे इतरही व्यवहार माणसाप्रमाणेंच चालत असल्याचें सिद्ध केलें आहे. तेव्हां मनुष्याप्रमाणें झाडेंही श्वासोच्छ्वासासाठीं हवेंतील ऑक्सिजन्‌चा उपयोग करतात व ही क्रिया सतत चालू असते. परंतु वर सांगितलेली कार्बन–डाय–ऑक्साइडच्या विघटनाची क्रिया पानाकडून व तीसुद्धां **फक्त सूर्य प्रकाशांतच**, घडते. म्हणून रात्रीच्या वेळीं झाडांखालीं निजूं नये असें म्हणतात; कारण, यावेळीं पानाकडून होणारी हवेच्या शुद्धीकरणाची क्रिया बंद असतें. मनुष्याप्रमाणें झाडें हीं श्वासोच्छ्वासासाठीं ऑक्सिजन् घेऊन कार्बन–डाय–ऑक्साइड वायु बाहेर टाकीत असतात. त्यामुळें झाडांच्या आसपास रात्रीच्या वेळीं हा वायु पुष्कळ साचून राहण्याचा संभव असतो.

कांहीं कार्बोनेट व बाय–कार्बो त्यांचें परीक्षण व उपयोग.

कोणताही कार्बोनेट घेतला तरी, कार्बन, तो ज्या धातूचा असेल ती धातू, व ऑक्सिजन् या तीन मौलांचा संयुग असतो. यांपैकीं कांहीं (उ. कॅलशिअम् कार्बोनेट) तापविले असतां त्यांपासून कार्बन–डाय–ऑक्साइड वायु निघतो. परंतु सर्व कार्बोनेटूवर सौम्य सल्फ्यूरिकाम्ल किंवा हैड्रोक्लोरिकाम्ल यांचें कार्य होऊन त्यापासून हा वायु निघूं शकतो. म्हणून सौम्य आम्लाच्या कार्यामुळें कार्बन–डाय–ऑक्साईड वायु निघणें हें कार्बोनेटचें विशिष्ट लक्षण म्हणून समजण्यास हरकत नाहीं.

जेव्हां कार्बोनेट तापवून कार्बन–डाय–ऑक्साईड वायु मिळतो, तेव्हां मागें राहिलेला पदार्थ त्या धातूचा ऑक्साईड असतो. चुनखडी,

किंवा संगमरवर (कॅलशिअम् कार्बोनेट) तापविल्यानें कार्बन-डाय-ऑक्साईड व कॅलशिअम् ऑक्साईड मिळतो हें मागें सांगितलें आहेच.

कॅर्बानिकाम्ल हें अस्थिर (Unstable) आहे आणि तें फक्त द्रवावस्थेंतच राहूं शकतें. कारण तें तापविल्याबरोबर त्यांतला कार्बन-डाय-ऑक्साइड वायु निघून जाऊन मागें पाणीच शिल्लक राहतें. परंतु या आम्लाचीं लवणें मात्र स्थिर (Stable) असल्याचें आढळून येतें, व त्यांपैकीं कांहींचा व्यवहारांत फार उपयोग आहे. बहुतेक सर्व कार्बोनेट पाण्यांत विरघळत नाहींत; परंतु सोडियम्, पोटॅशिअम् व अमोनियम् कार्बोनेट याला अपवाद आहेत. ते पाण्यांत विरघळतात. सर्व बाय-कार्बोनेट मात्र पाण्यांत विरघळतात, आणि यांपैकीं फक्त सोडियम्, पोटॅशिअम् व कॅलशिअम् या धातूंचे बाय-कार्बोनेट मात्र स्थाणु अवस्थेंत आढळतात. बाकीच्या सर्व धातूंचे बाय-कार्बोनेट द्रवावस्थेंतच मिळतात.

सोडियम् कार्बोनेट (वॉशिंग सोडा) [Na_2CO_3 $10H_2O$]

हा पूर्वी झाडांच्या पानांच्या राखेपासून तयार करीत, पण अलीकडे कोळशाचा जळणासाठीं उपयोग करूं लागल्यापासून मिठा-पासूनच सोडियम् कार्बोनेट तयार करतात व नंतर या कार्बोनेटपासून चुन्याच्या निवळीच्या सहायानें, सोडियम् हायड्रॉक्साइड तयार करून, त्याचा साबण तयार करण्याच्या कामीं उपयोग करतात.

बाजारांत हा वॉशिंग सोडा या नांवानें ओळखला जातो. मोर-चुदाप्रमाणें हाही स्फटिकाकृति आहे. याचे स्फटिक तापविले असतां त्यांतून स्फटिकजल निघून जातें, व मागें त्याचा नुसता भुगा उरतो. याचा पाण्याशीं बनलेला विद्रव अल्कधर्मी असून हा धर्म, जे लवण तीव्र बेस व सौम्य आम्ल याच्या संयोगानें बनतें त्यांतही दिसून येतो.

कांच बनविण्याच्या कामीं व तसेंच कपडे धुण्याच्या कामीं याचा उपयोग फार मोठ्या प्रमाणांत करतात.

सोडियम्-बाय-कार्बोनेट (बेकिंग सोडा) $NaHCO_3$. याची मऊ पांढरी भुकटी असून थोड्या प्रमाणांत ती पाण्यांत विद्रुत होते; आणि हा विद्रव सौम्य स्वरूपांत अल्कधर्मी असतो. ती भुकटी ताप-

विली असतां तिचें निर्जल (Unhydrous) सोडियम् कार्बोनेटमध्यें रूपांतर होतें. कॉस्टिक सोड्याचा विद्रव बाय-कार्बोनेटच्या विद्रवांत मिसळला असतां सोडिअम् कार्बोनेट मिळतो. सोडिअम् कार्बोनेट हें आम्लधर्मी लवण आहे. या दोहोंमध्यें होणारी विक्रिया पुढीलप्रमाणें होतेः-



$$NaHCO_3 + NaOH = Na_2CO_3 + H_2O$$

सो. बाय-कार्बोनेट + कॉस्टिक सोडा = सो. कार्बोनेट व पाणी

सोडियम् बाय-कार्बोनेटचा उपयोग वॉशिंग सोडा तयार करण्याचे कामीं करतात. ' सिड्लिझ् पौडर ' किंवा बेकिंग पौडर तयार करतांना हाच उपयोगांत आणतात. टारटारिक् आम्ल व बाय-कार्बोनेट या दोहोंचा पाण्यांत वेगवेगळा विद्रव करून, ते एकमेकांत मिसळले असतां, त्यांची विक्रिया होऊन कार्बन-डाय-ऑक्साईड वायु निघूं लागतो. त्यामुळें हें मिश्रण फसफसूं लागतें. हें पितांना वायु पोटांत जातो व पचनक्रियेस मदत करतो. म्हणून जाड्य अगर अपचन झालें असतां हें मिश्रण किंवा ' सोडा वॉटर ' प्याल्यानें आराम वाटतो. पोटांत आम्ल अधिक झालें तर तें कमी करण्याकरतां औषध म्हणून याचा उपयोग करतात.

या प्रकरणांतील महत्त्वाच्या गोष्टींचा सारांश.

(१) कार्बन किंवा कार्बनचे संयुग हवेंत अगर ऑक्सिजनमध्यें जाळले असतां कार्बन-डाय-ऑक्साइड वायु तयार होतो; कार्बन-संयुग अर्धवट जाळले असतां मागें कार्बन राहतो.

(२) सृष्टींत कार्बन संयुगावस्थेंत किंवा मुक्तावस्थेंत सर्वत्र विखुरला आहे.

(३) कार्बनचे निरनिराळे प्रकारः-दिव्याची काजळी, कोळसा, ग्रॅफाइट, हिरा, कोक, प्राणिज कोळसा इ.-

(४) एका मौलाच्या निरनिराळ्या रूपांचे कायिक गुणधर्म-दार्ढ्य, रंग, विद्रुति, स्फटिकाकृति-वेगळाले असतील व रासायनिक गुणधर्म जर एकच असतील तर, या स्थितीस अनेकरूपता असें म्हणतात, व त्या मौलांचीं हीं अनेक रूपें होत असें समजतात.

(५) कोळशाच्या स्वरूपांत कार्बन हा 'हारक' आहे. त्याची धातूच्या ऑक्साइडवर हरणक्रिया होते.

(६) कार्बन मॉनॉक्साइड हा विषारी वायु फॉर्मिकाम्ला-पासून पाण्याचा अंश काढून घेऊन तयार करतात. धातूच्या ऑक्साइडवर याचीही हरणक्रिया होते.

(७) कार्बन-डाय-ऑक्साइडचा शोध व्हॅान् हॅलमॉंट व जोसेफ ब्लॅक यांनीं लावला.

(८) चुनखडीवर हैड्रोक्लोरिकाम्लाचें कार्य होऊं देऊन हा वायु तयार करतात.

(९) हा जड, रंगहीन, रुचिहीन व वासरहित वायु आहे. पाण्यांत हा विद्राव्य आहे. याचा विद्रव आम्लधर्मी असतो. यांत पदार्थ जळत नाहींत. परंतु मॅग्नेशिअमची तार मात्र जळते. चुन्याची निवळी पांढरी करण्याचा याचा गुणधर्म आहे, त्यामुळें तो ओळखला जातो.

(१०) सोडावॉटर तयार करण्याच्या कामीं तसेंच लहान प्रमाणांत आग विझविण्याच्या कामीं याचा उपयोग होतो.

(११) ज्वलनक्रियेंत, तसेंच प्राणिमात्राच्या व वनस्पतीच्या श्वासोच्छ्वासक्रियेंत हा वायु उत्पन्न होतो; व हवेंत मिसळतो. तथापि हवेंतील याचें प्रमाण अधिक होत नाहीं. कारण सूर्यप्रकाशांत वनस्पतीच्या हिरव्या पानांकडून आपल्या वाढीसाठीं त्याचें विघटन होतें. कार्बन ती स्वतःसाठीं घेतात व ऑक्सिजन हवेंत सोडून देतात.

(१२) सोडियम्-कार्बोनेट व बाय कार्बोनेट यांचा व्यव-हारांत फार उपयोग होतो.

प्रश्न

(१) मेणबत्ती, लांकूड, साखर, पीठ इ० पदार्थ कार्बनचे संयुग आहेत हें तुम्ही कसें दाखवाल ?

(२) सृष्टींत कार्बन कोणत्या अवस्थेंत सांपडतो ? मुक्तावस्थेंत सांपडणाऱ्या कार्बनचे प्रकार किती ? त्यांपैकीं तिहींच्या गुणधर्मांचें वर्णन करा.

(३) मौलांची अनेकरूपता म्हणजे काय? कार्बनचीं अनेक रूपें कोणतीं ?

(४) हिरा व कोळसा यांच्या कायिक व रासायनिक गुण-धर्मांची तुलना करा.

(५) अस्फाटिक कार्बन म्हणजे काय? त्यांतील निरनिराळे प्रकार कोणते ? त्यांपैकीं एकाच्या गुणधर्मांचें वर्णन करा.

(६) लोणारी कोळसा तयार करण्याच्या नव्या व जुन्या रीतींचें वर्णन करा. तो तयार करण्याची आधुनिक पद्धत अधिक फायद्याची काय म्हणून ?

(७) या कोळशाचा हारक म्हणून कसा उपयोग होतो त्याचें वर्णन करा.

(८) कोळशाचे निरनिराळे प्रकार सांगून त्यांचा व्यवहारांत कोणता उपयोग होतो तें सांगा. कार्बनचे सामान्य गुणधर्म कोणते ?

(९) कार्बन मॉनॉक्साइड प्रथम कोणी कसा तयार केला ? त्याचे गुणधर्म व उपयोग सांगा. निर्मित वायु व जलवायु याबद्दल तुम्हांस काय माहिती आहे ?

(१०) जोसेफ् ब्लॅक यानें या वायूचा शोध पुन्हा कसा केला ?

(११) कार्बन मॉनॉक्साइडचा रक्तावर काय परिणाम होतो ?

(१२) किती रीतींनीं आपणास कार्बन्–डाय–ऑक्साइड वायु तयार करतां येईल ? त्यांपैकीं एकीचें वर्णन करा.

(१३) कार्बन–डाय–ऑक्साइड वायूचे उपयोग काय ? त्याच्या कोणत्या गुणधर्मांवर हे उपयोग अवलंबून आहेत ?

(१४) चुनकळीपासून घरांत खाण्यासाठीं चुना कसा तयार करतात ?

(१५) इमारतीच्या भिंती बांधण्यासाठीं आपण चुन्याचा उपयोग करतों. तसा उपयोग आपणास त्याच्या कोणत्या गुणधर्मांमुळें करतां येतो ?

(१६) चुन्याची निवळी, उथळ बशींत घालून उघड्या हवेवर ठेवून दिली. दुसऱ्या दिवशीं तिच्यावर पांढऱ्या भुकटीचा पातळ थर आढळून आला. याचें स्पष्टीकरण तुम्ही कसें कराल ?

(१७) तुम्ही कार्बन-डाय-ऑक्साइड वायु कसा तयार कराल? हा वायु म्हणजे विष आहे असें म्हणतात; मग सोडावॉटरचा विषासारखा परिणाम कां होत नाहीं? (मुं. वि. वि. १९१९)

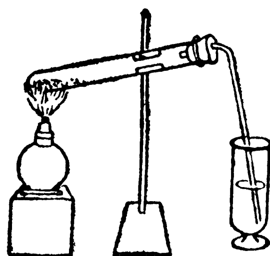
(१८) (अ) चुनखडी हा चुनकळी व कार्बन-डाय-ऑक्साइड यांचा संयुग आहे; हें सिद्ध करण्यास तुम्ही कोणता प्रयोग कराल? (मुं. वि. वि. १९२१)

(ब) चुनखडी, संगमरवर हे रासायनिक दृष्ट्या एकच होत. वरील विधान सिद्ध करण्यासाठीं तुम्ही कोणता प्रयोग कराल! (मुं. वि. वि. १९२२)

(१९) कार्बन, त्याच्या निरनिराळया जाती व उपयोग याबद्दल तुम्हांस काय माहिती आहे? (मुं. वि. वि. १९२५, १९२७, १९३१, १९३४.)

(२०) प्रत्येक कार्बोनेटमध्यें कार्बन-डाय-ऑक्साइड असतोच हें तुम्ही कसें सिद्ध कराल? (मुं. वि. वि. १९२९)

(२१) खालील आकृतीचें स्पष्टीकरण करा; त्याचा उपयोग कोणती गोष्ट सिद्ध करण्यासाठीं कराल?



———

प्रकरण १३ वें

ज्वलन आणि इंधन (Fuel)

ज्वलन

सामान्य भाषेंत सांगावयाचें तर ज्वलन म्हणजेच जळणें. रसायनशास्त्राच्या भाषेंत पदार्थाचा ऑक्सिजनशीं संयोग होऊन त्यापासून जेव्हां उष्णता किंवा प्रकाश उत्पन्न होतात तेव्हां त्याचें ज्वलन झालें असें म्हणतात व त्या पदार्थास ज्वलनशील पदार्थ (Combustible) असें म्हणतात. कोळसा, लांकूड, गंधक किंवा फॉस्फरस यांचें हवेमधील जळणें हीं ज्वलनाचीं सामान्य उदाहरणें आहेत. ज्वलनामध्यें प्रकाश नेहमींच उत्पन्न होतो असें नाहीं. प्रकाश किंवा ज्योत उत्पन्न न होतां ज्वलन होऊं शकतें. उ० श्वासोच्छ्वासामध्यें शरीरांतील रक्तप्रवाह शुद्ध होतो, तेव्हां अशुद्ध रक्तामधील कार्बन हा घटक, ऑक्सिजनशीं संयुक्त होतो. या संयोगीकरणानें थोडीशी उष्णता उत्पन्न होते व त्यामुळें आपलें शरीर नेहमीं ठराविक मर्यादेपर्यंत गरम राहतें. त्याचप्रमाणें सेंद्रिय द्रव्यें कुजत असतांनासुद्धां उष्णता उत्पन्न होत असते. याचीं आणखी कांहीं उदाहरणें आपणांस आतांपर्यंत माहित झालीं आहेत. फॉस्फरस हवेंत उघडा ठेवला असतां, किंवा लोखंडाचा तुकडा दमट हवेंत ठेवला असतां तो ऑक्सिजनशीं संयुक्त होतो व तें होत असतां फार थोड्या प्रमाणांत कां होईना उष्णता उत्पन्न होत असते. हीं सर्व मंद ज्वलनाचीं उदाहरणें आहेत. जुन्या दमट गवताची रास पुष्कळ दिवसपर्यंत तशीच राहूं दिली असतां, त्याच्या ऑक्सिजनशीं होणाऱ्या मंद संयोगामुळें पुष्कळ उष्णता एकत्रित होते आणि केव्हां केव्हां या उष्णतेमुळें ती आपोआप पेट घेते. गवताच्या राशीनें आपोआप पेट कसा घेतला याबद्दल अडाणी मनुष्याला पुष्कळ वेळां कोडें पडतें.

कोळसा, लांकूड, तेल, किंवा निरनिराळया प्रकारचे ज्वालाग्राही वायु पेट घेऊन जळूं लागतात किंवा त्यापासून ज्वाला किंवा ज्योत उत्पन्न होते; अशा प्रकारचीं उदाहरणें शीघ्र ज्वलनामध्यें येतात. दारूसारखा

पदार्थ एका क्षणांत जळून एकदम स्फोट होतो हें **स्फोटकारक** (Violent) ज्वलनाचें उदाहरण आहे.

रासायनिक दृष्ट्या विचार केला तर या तिहींमध्यें होणारी विक्रिया एकाच स्वरूपाची आहे. मंदज्वलनामध्यें ही विक्रिया सावकाश होते, शीघ्र ज्वलनामध्यें तीच अधिक लवकर घडून येते व स्फोटकारक ज्वलनामध्यें ती होण्यास एक क्षणही लागत नाहीं.

पदार्थांचा किंवा त्याच्या घटकांचा ऑक्सिजन्शीं संयोग होतो, व तो होतांना उष्णता व प्रकाश उत्पन्न होतात, हें आपण वर पाहिलें आहेच; परंतु अशाच प्रकारच्या दुसऱ्या कांहीं विक्रिया होतांना उष्णता व प्रकाश उपन्न होतात. या विक्रियेलाही ज्वलनच असें म्हणतात. टिपकागदाचा तुकडा गरम टरपेंटाईनमध्यें बुडवून क्लोरिन् वायूमध्यें सोडला तर, आपोआप पेटून जळूं लागतो. कारण, टरपेंटाइन हें हायड्रोजन व कार्बन यांचा संयुग आहे. (याला हायड्रोकार्बन असें म्हणतात.) क्लोरिन् व हैड्रोजन् यामध्यें तीव्र आकर्षण आहे, म्हणून क्लोरिन्, टरपेंटाइनमधील हैड्रोजन मोकळा करून, त्याच्याशीं संयुक्त होऊन हैड्रोक्लोरिक् आम्ल बनतें, व सुटा कार्बन धुराच्या रूपानें बाहेर जातो. ही विक्रिया पुढील समीकरणाप्रमाणें घडून येते:—



$$C_{10}H_{16} + 8Cl_2 = 10C + 16\,HCl$$

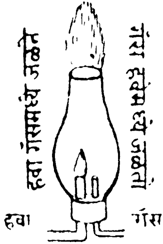
टरपेंटाईन + क्लोरिन् कार्बन व हैड्रोक्लोरिक् आम्ल

जळणारे पदार्थ व ज्वलनाला मदत करणारे पदार्थ

कोलगॅस ऑक्सिजन् वायूमध्यें जळूं शकतो, म्हणून त्याला **ज्वलनशील** पदार्थ व ऑक्सिजन् किंवा हवा याला ज्वलनाला मदत **करणारा** असें म्हणतात. हवा कोलगॅसमध्यें जळेल कां नाहीं असें विचारल्यास प्रथम दर्शनीं ही गोष्ट अशक्य वाटते; कारण ही गोष्ट आपल्या नेहमींच्या पाहण्यांतली नाहीं. पुढील प्रयोगावरून ज्वलनशील व ज्वलनाला मदत करणारा हे शब्द परस्पर बदलले तरी बिघडत नाहीं.

प्रयोग ६९ वा:— बाजूला आकृतींत दाखविलेलें उपकरण स्टँडवर उभें करून ठेवा. कांचेच्या चिमणीच्या खालच्या बाजूस

दोन भोकें असलेलें बूच बसवा; व वरच्या बाजूस एक भोंक असलेलें बूच बसवा. खालच्या बुचांत अ व ब अशा दोन कांचेच्या नळ्या बसवा. अ नळींतून हवा आंत येईल. ब नळी कोलगॅसच्या नळीस जोडा. अ नळी बोटानें बंद करून ब नळीमधून कोलगॅस चिमणींत सोडा. प्रथम वरच्या तोंडानें हवा बाहेर निघून जाईल व चिमणी कोलगॅसनें भरेल. वरच्या बाजूनें बाहेर पडणारा कोलगॅस पेटवा. तो हवेंत जळूं लागेल. नंतर चिमणींत अ



आकृति ६१.

नळी इतकी उंच चढवा, कीं ती वरच्या तोंडास जळणाऱ्या वायूच्या ज्योतीजवळ येईल. तेथें हवेनें पेट घेऊन ती जळूं लागल्याबरोबर ती नळी कांहींशी खालीं ओढा. आतां कोलगॅसमध्यें हवा जळत असल्याचें तुम्हांस दिसून येईल. अशा प्रकारच्या ज्वलनक्रियेस उफराटें (Inverted) ज्वलन असें म्हणतात.

पूर्ण आणि अपूर्ण ज्वलन

मेणबत्ती किंवा लांकूड जळत असतें तेव्हां पाणी आणि कार्बन-डाय-ऑक्साईड वायु बनतात, हें आपण पूर्वी पाहिलें आहेच. हे जळत असतांना पुष्कळसा धूर निघून जात असल्याचें आपण पाहतों. हा धूर म्हणजेच न जळलेल्या कार्बनचे कण. ज्या अर्थी कार्बन हवेंत जळूं शकतो, त्या अर्थी हेही कण पूर्णपणें जळून गेले पाहिजेत. तसें होत नाहीं. यावरून वरील पदार्थ जळतांना पूर्णपणें ज्वलन होत नाहीं किंवा ज्वलन अपूर्ण स्थितींत चालूं राहतें असें म्हटलें पाहिजे. हे कार्बनचे कण न जळतां आपण तसेंच हवेंत जाऊं देतों म्हणजे तितकी कार्यशक्ति फुकट घालवितों. यामुळें जळणाऱ्या पदार्थापासून आपणास मिळवितां येईल तितकी उष्णता किंवा प्रकाश मिळत नाहीं. शिवाय, पुष्कळशा गिरण्या असणाऱ्या शहरांमधून अशा प्रकारचा धूर हवेंत फार सांचून ती बिघडते. म्हणून मोठाल्या शहरांतून सर्पणाऐवजीं विद्युत्‌शक्तीवर गिरण्या चालवूं लागले आहेत, इतकेंच नव्हे, तर आगगाड्यासुद्धां विद्युत्-शक्तीवर चालविण्याची आतां सोय झाली आहे.

पूर्ण ज्वलन होण्यास लागणारी परिस्थिति.

पदार्थांचें संपूर्ण ज्वलन घडून येण्यास कोणती परिस्थिति असावी लागते हें आतां आपण पाहूं:-

प्रयोग ७० वा:—मेणबत्ती पेटवून टेबलावर ठेवा. तिच्या ज्योतींत एक लोखंडी सळीचें टोंक धरा. आतां ज्योतीमधून पूर्वीपेक्षां अधिक धूर निघूं लागतो कां नाहीं तें पहा. असें कां होतें ?

प्रयोग ७१ वा:—एका शेगडींत निखारे ठेवा. खालून व वरून भरपूर हवेचा पुरवठा होत असतां ते कसे फुलतात तें नीट पहा. त्यावर पुष्कळ कोळसे टाका. आतां शेगडींतून अधिक धूर निघूं लागेल. असें कां होतें ?

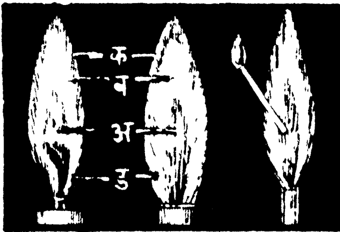
पहिल्या प्रयोगांत अधिक धूर निघण्याचें कारण, ती सळई जेव्हां ज्योतीवर तापत होती तेव्हां तिनें ज्योतीची पुष्कळशी उष्णता काढून घेतली. (धातू उष्णतेचे शीघ्रवाहक आहेत). त्यामुळें ज्योतीचें उष्णमान पूर्वीपेक्षां कमी झालें, आणि म्हणून कार्बनचे आणखी कांहीं कण न जळतां हवेंत निघून गेले. **ज्योतीचें उष्णमान कमी केलें असतां ती अधिक धुरकट बनते.**

दुसऱ्या प्रयोगात निखाऱ्यावर अधिक कोळसे घातल्यानें तींमधून धूर निघूं लागला—याचा अर्थ असा, कीं निखाऱ्यावर अधिक कोळसे टाकून आपण त्याचा हवेचा पुरवठा कमी केला. त्यामुळें त्याचें ज्वलन कमी प्रमाणांत होऊं लागलें; म्हणून कार्बनचे कण न जळतां हवेंत तसेच जाऊं लागले. भात्यामधून अगर फुंकून पुन्हां हवेचा अधिक पुरवठा करा, कीं पहा निखारे कसे पुन्हां फुलतात. हवेचा पुरवटा कमी केल्याचा परिणाम कांचेची चिमणी लावलेल्या दिव्यावर कसा होतो तें पहा. त्याच्या बर्नरचीं छिद्रें बंद केलीं असतां, ज्योतीचा प्रकाश कमी होतो व ज्योतही धुरकट होते, असें दिसून येतें. यावरून **उष्णमानाप्रमाणें पूर्ण ज्वलन होण्यास हवेचा पुरवठा भरपूर व नियमित पाहिजे.** शिवाय, ज्योतीला थंड हवा लागून तिचें उष्णमान कमी होतां कामा नये. तेव्हां कांचेच्या चिमणीनें ज्योतीचें उष्णमान कमी न होण्यास मदत होते व बर्नरच्या छिद्रांमधून शुद्ध हवेचा पुरवठा भरपूर व नियमित मिळूं शकतो.

ज्योत:-दोन वायुरूप पदार्थांचा संयोग होत असतां,उष्णता व प्रकाश उत्पन्न होतात, तेव्हांच ज्योत दिसते. ज्वलनामध्यें भाग घेणाऱ्या दोन पदार्थांपैकीं एक किंवा दोन्हीही पदार्थ स्थाणुरूप असतील तर, ज्योत मिळत नाहीं. परंतु लांकूड, कोळसा किंवा तेलें जळतांना, ज्वालाग्राही वायू (Vapours) बाहेर पडतात, तेव्हांच ज्योत उत्पन्न होते. एरव्हीं नाहीं. ज्या वेळेस मेणबत्ती जळते; व तिच्या ज्वलनापासून ज्योत मिळते, तेव्हां प्रथम मेणबत्तीचें मेण वितळतें, वितळलेलें मेण केशाकर्षणामुळें वातीच्या टोंकास पोहोचतें व त्या ठिकाणीं त्याची वाफ होते; व या वाफेची ऑक्सिजनशीं विक्रिया होत असते.

प्रयोग ७२ वा:- (१) मेणबत्तीच्या अगर तेलाच्या दिव्याची ज्योत; (२) स्पिरिटच्या दिव्याची ज्योत व (३) बन्सेन्च्या बर्नरची ज्योत; या तिन्हीही ज्योतींच्या स्वरूपाची तपासणी करणें:—

(अ) मेणबत्तीची ज्योत:—

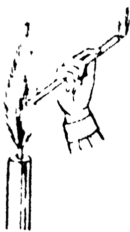


मेणबत्ती स्पिरिटचादिवा बन्सेनबर्नर

आकृति ६२.

(१) मेणबत्तीच्या ज्योतीचा आकार काळजीपूर्वक पहा, आणि त्याचें चित्र वहीवर काढा. [गोल वातीच्या ज्योतीचा आकार खालीं जाड व वर निमुळता होत गेलेला असतो; लांबट वातीची ज्योतही लांबट आकाराची असते.]

(२) एका लहान कांचेच्या नळीचें खालचें टोंक ज्योतीच्या मध्यावर प्रकाशरहित भागांत धरा व वरच्या टोकास काडी लावून तेथें ज्योत मिळते कां तें पहा.



आकृति ६३.

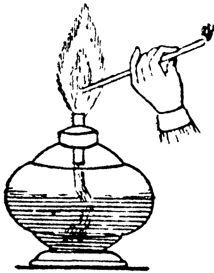
(३) कागदाचा तुकडा ज्योतींत अशा रीतीनें धरा, कीं त्याचें टोंक वातीला स्पर्श करील; थोडा वेळ कागद तसाच धरून, झटकन् बाहेर काढा. वातीला चिकटलेलें कागदाचें टोंक जळतें काय? कागदाचा कोणता भाग विशेष काळा झालेला दिसतो?

(४) ज्योतीच्या प्रकाशाच्या भागांत स्वच्छ कांचेचा तुकडा धरा. तो आहे तसाच राहतो का काळसर होतो ?

(५) फुंकनळींतून अधिक हवेचा पुरवठा ज्योतीला करा. आतां ज्योतीच्या प्रकाशांत तुम्हांला काय फरक दिसतो ?

(ब) स्पिरिटच्या दिव्याची ज्योतः-

स्पिरिटचा दिवा पेटवून पेटलेल्या मेणबत्तीशेजारीं ठेवा. त्याचीही ज्योत काळजीपूर्वक तपासा.



आकृति ६४.

(१) या दिव्याचा मेणबत्तीच्या दिव्या-प्रमाणें प्रकाश मिळतो काय ?

(२) कांचेच्या नळीचें खालचें टोंक ज्योतीच्या मध्यावर प्रकाशरहित भागांत धरा व वरच्या टोकास काडी लावून तेथें पुन्हां ज्योत मिळते कां पहा.

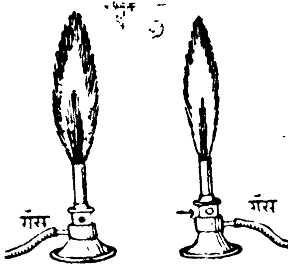
(३) कागदाचा तुकडा ज्योतींत अशा रीतीनें धरा, कीं त्याचें टोंक वातीला स्पर्श करील. थोडा वेळ कागद तसाच धरून झटकन बाहेर काढा. वातीला चिकटलेलें कागदाचें टोंक जळतें काय ? कागदाचा कोणता भाग विशेष काळा झालेला दिसतो ?

(४) ज्योतीवर स्वच्छ कांचेचा तुकडा धरा. तो आहे तसाच राहतो कां काळसर होतो ? काळसर न होण्याचें कारण काय ?

(क) बन्सेनच्या बर्नरची ज्योतः-

[बन्सेन्:-(१८११-१८९०) जर्मन रसायनशास्त्रज्ञ; १८११ सालीं गॉटेंनजन् येथें जन्मला. १८५२ मध्यें हैडलेबर्ग येथील रसायन-शास्त्राचा अध्यापक म्हणून काम करूं लागला. या ठिकाणीं काम करीत असतां त्यानें पुष्कळ शास्त्रीय शोध लावले; कोलगॅसचा प्रकाशरहित व अधिक उष्णता देणारा बर्नर त्यानें शोधून काढला. या बर्नरला बन्सेनचा बर्नर असें म्हणतात. त्याचा दुसरा महत्वाचा शोध म्हणजे विद्युत् घट; त्याला बन्सेनचा विद्युत् घट असें म्हणतात.]

बन्सेनचा बर्नरः–बर्नरच्या नळीच्या झडपा उघड्या असतांनाः–



आकृति ६५.

(१) खालच्या आंगच्या झडपा खुल्या करून, तिच्या तोंडांतून बाहेर पडणारा गॅस पेटवा. ज्योतीचा आकार पहा. तिच्यापासून प्रकाश मिळतो काय ?

(२) ज्योतीवर कांचेचा तुकडा पूर्वीप्रमाणेंच धरा. तो आहे तसाच राहतो कां काळा होतो ?

(३) बर्नरच्या तोंडाशीं कागदाच्या तुकड्याचें टोंक ज्योतीच्या मध्याशीं न्या. कोणता भाग [मध्यावरील कां बाहेरील बाजूचा] जळलेला दिसतो ?

(४) कांचेच्या नळीचें खालचें टोंक बर्नरच्या तोंडाशीं नेऊन मध्यावर धरा. दुसऱ्या टोंकास पेटलेली काडी लावून, तेथें गॅस जळतो कां नाहीं तें पहा. (आ. ६२ पहा.)

झडपा बंद असतांना–

बर्नरच्या खालच्या आंगच्या झडपा बंद करून वरील सर्व प्रयोग पुन्हां करून पहा. पहिल्यापेक्षां आतां प्रकाश कमी मिळतो काय ? मिळत असल्यास काय म्हणून ?

मेणबत्तीची ज्योत तळाशीं गोल असून वर निमुळती होत गेलेली असते. तिचे किंवा तेलाच्या दिव्याचे चार भाग पडतात. (१) अ हें मेणाच्या वाफेचें **अज्वलन स्थान** होय. या ठिकाणीं तिचें ज्वलन होत नाहीं. कारण तिचा हवेशीं संपर्क येत नाहीं. या स्थानाहून वाफ न जळतां बाहेर निघून जाते, हें वरील आकृतींत दाखविलें आहे. (आ. ६२ पहा.)

या अज्वलन स्थानाबाहेर प्रकाशमान असा ज्योतीचा मोठा भाग असतो. (ब भाग पहा). याला ज्योतीचें अपूर्ण ज्वलनस्थान असें

म्हणतात. येथें वाफेचें पूर्ण ज्वलन होत नाहीं. बाहेरील हवा या स्थानापर्यंत मोठ्या प्रमाणांत पोहचूं शकत नाहीं. जेवढी हवा मिळूं शकते त्यांतील ऑक्सिजन मेणबत्तीच्या घटकाशीं–कार्बन् व हैड्रोजन्–संयुक्त होतो व कार्बन मॉनॉक्साईड व पाण्याची वाफ बनत असते. या भागांतून बाहेर पडणारे कार्बनचे कण वरील विक्रियेच्या उष्णतेमुळें तापतात व प्रकाशमान होतात. या स्थानांतील कार्बनच्या तप्त कणांमुळेंच दिव्याचा प्रकाश पडतो.

ब स्थानाबाहेरील क स्थान याला पूर्ण ज्वलनस्थान असें म्हणतात. या भागांतील प्रकाश अतिशय अंधुक व कांहींसा निळसर असतो. उष्णतेचें प्रमाण या भागांत अधिक असतें. पूर्ण ज्वलनास लागणारा ऑक्सिजन् या भोंवतालच्या भागांत विपुल मिळतो म्हणून येथें कार्बन् व हैड्रोजन् या घटकांचें पूर्ण ज्वलन होतें.

ज्योतीच्या खालच्या बाजूस मुळाशीं थोडासा अंधुक निळसर रंगाचा भाग असतो. हा भाग आकृतींत ' ड ' या अक्षरानें दाखविला आहे.

प्रकाश देणाऱ्या कोणत्याही दिव्याच्या ज्योतीचे सामान्यत: याप्रमाणेंच भाग पडतात; ज्या मानानें कार्बन–कणांचें ज्वलन अधिक, त्या मानानें उष्णताही अधिक उत्पन्न होते व ज्योतीचें उष्णमान चढतें, म्हणून प्रकाशही तीव्र मिळतो.

(२) स्पिरिटच्या दिव्याच्या ज्योतीचे सामान्यतः दोनच भाग पडतात. (१) अज्वलन स्थान, (२) पूर्ण ज्वलनस्थान, (३) तिसरा ब भाग मेणबत्तीच्या ज्योतीइतका मोठा नसतो.

अज्वलन स्थानामध्यें मेणबत्तीच्या ज्योतीप्रमाणें गॅस न जळतां बाहेर पडतो. याच्या सभोंवतीं अंधुक प्रकाशाचा भाग असतो. परंतु मेणबत्तीच्या ज्योतीच्या ब भागाबरोबर तुलना केली, तर बराच लहान असतो, व तितकासा प्रकाशितही नसतो. सुटे कार्बनचे कण या ठिकाणीं नसल्यामुळें तेथें अंधुक प्रकाश नसतो; येथें उष्णता तितकीशी नसते. कारण बाहेरील भागापेक्षां हवेचा एकंदरींत पुरवठा कमीच. अगदीं बाहेरचा भाग पूर्ण प्रकाशरहित असतो, व तेथें हवेच्या भरपूर पुर-

वळ्यामुळें ज्वलनही तीव्रतेनें चालू राहतें; त्यामुळें येथूनच उष्णता अधिक मिळते.

स्पिरिटच्या दिव्याच्या व मेणबत्तीच्या दिव्याच्या ज्योतीची तुलना केली तर, मेणबत्तींतील प्रकाश देणाऱ्या ज्योतीच्या भागाचा स्पिरिटच्या दिव्याच्या ज्योतीमध्यें पूर्णपणें अभाव असतो. स्पिरिटच्या ज्योतीमध्यें पूर्ण ज्वलन होत असल्यामुळें उष्णतेनें चमकणाऱ्या कार्बन कणांचाच अभाव असतो.

बन्सेनचा बर्नर

या बर्नरचे पुढीलप्रमाणें भाग असतात:—

(१) **तळचा भाग**—नळीच्या तळच्या भागाजवळ एक आडवी नळी असून त्यांतून गॅस आंत येतो. हा तळचा भाग वर निमुळता होत गेला असून त्याच्या वरच्या टोंकाला गॅस बाहेर येण्यासाठीं एक लहान भोंक असतें. त्यांतून गॅस वर येतो.

(२) **बर्नची नळी**—हिला खालच्या बाजूस दोन भोंकें असतात. हिच्या खालच्या टोंकाला आटे असल्यामुळें ही तळच्या भागावर घट्ट बसवितां येते. या दोन भोंकांतून हवा आंत घेतां येते. बाहेरील **गोलाकार झडपेच्या** साहायानें हीं भोंकें पूर्णपणें किंवा अर्धवट बंद करतां येतात, आणि हवेचा प्रवाह वाटेल तेवढा आंत घेतां येतो.

(३) या गोलाकार झडपेला, नळीच्या भोंकासारखींच व त्या दोहोंशीं बरोबर जमणारीं दोन भोकें असतात. म्हणूनच गोल झडप फिरवून नळीचीं भोकें पूर्ण किंवा अर्धवट उघडीं ठेवतां येतात.

बन्सेनच्या बर्नरला दोन प्रकारची ज्योत मिळूं शकते; (१) प्रकाशमान (२) प्रकाशरहित.

प्रकाशमान

(१) ज्या वेळीं हवेचीं भोकें बंद केलीं जातात त्या वेळीं प्रकाशमान ज्योत मिळते, आणि ती मेणबत्तीच्या ज्योतीसारखीच असते. तिच्यामध्यें मेणबत्तीच्या ज्योतीप्रमाणें ४ वेगवेगळीं स्थानें असतात.

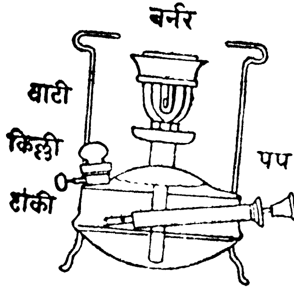
(२) हवेचीं भोकें उघडीं असतात तेव्हां ज्योत प्रकाशरहित होते. हळुहळूं भोकें खुलीं करून, प्रकाशमान ज्योतींत हवा सावकाश येऊं देतात, तेव्हां ती पूर्वींपेक्षां आकारानें लहान होते. तिच्यांतील प्रकाशाचा भाग हळुहळूं कमी होत जाऊन शेवटीं अजिबात् नाहींसा होतो. ज्योतीचा तळचा निळसर भाग आतां सर्वत्र पसरतो; आणि ज्योतीचे फक्त स्पिरिटच्या दिव्याप्रमाणें दोनच भाग होतात.

हवेचा पुरवठा अर्धवट ज्वलनाच्या भागांत खालून होत राहिल्यानें ज्वलनक्रिया पूर्ण होऊं लागते, आणि ज्योतींत वेगळे कार्बनचे कण राहूं शकत नाहींत; त्यामुळें अधिकांत अधिक उष्णता मिळूं शकते. बन्सेनच्या बर्नरच्या ज्योतीचें उष्णमान १८७०° सें. पर्यंत असूं शकते. हवेचीं भोकें बंद केल्यावर गॅसच्या पूर्ण ज्वलनास लागणाऱ्या हवेचा पुरवठा कमी पडतो; म्हणून पूर्णपणें जळूं न शकलेले कार्बनचे कण तसेच बाहेर पडूं लागतात आणि त्यामुळें ज्योत प्रकाशमान व धुरकट होते; त्यामुळें या ज्योतीचीही उष्णता कमी असते.

नेहमींच्या उष्णता व प्रकाश देणाऱ्या कांहीं साधनांचा येथें थोडासा विचार करूं; म्हणजे ज्योतीपासून प्रकाश कसा मिळतो, ती प्रकाशरहित केली असतां उष्णता अधिक कशी मिळते, व या तत्त्वाचा व्यवहारांत कसा उपयोग केला आहे हें कळून येईल.

(१) **स्टोव्ह्** (तेलशेगडी)—स्टोव्ह शब्द आतां सर्वांच्या परिचयाचा झाला आहे; व त्याचा उपयोगही कसा करावा हें प्रत्येकास माहित आहे. चुलीपेक्षां स्टोव्हवर पाणी अधिक लवकर तापतें, म्हणून याचा उपयोग स्वयंपाक करण्याकडे किंवा पाणी तापविण्याकडे करतात. योग्य काळजी घेऊन पेटविलेल्या स्टोव्हची ज्योत, बन्सेनच्या बर्नरप्रमाणें रंगहीन परंतु थोडीशी निळसर झांक असलेली अशी असते. या ज्योतीवर भांडें कितीही वेळ तापत ठेवलें तरी काळें होत नाहीं. चुलीवर जें पाणी तापण्यास पांच दहा मिनिटें लागतात तेंच पाणी या ज्योतीवर एक दोन मिनिटांत उकळूं लागतें. इतकी यापासून तीव्र उष्णता मिळूं शकते. असें कसें घडून येतें हें समजण्यास आपण त्याची थोडीशी रचना पाहूं.

आकृतीमध्यें त्याची रचना कशी असते हें दाखविलें आहे.



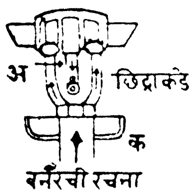
आकृति ६६.

स्टोव्हचे मुख्य भाग ४. (अ) तेलाची टांकी (ब) तेल वर चढविण्यासाठीं पंप (क) बर्नर (ड) तो तापविण्यासाठीं तिच्याखालीं असलेली वाटी (Cap).

(अ) तेलाच्या टांकीचा आकार वरच्या बाजूस सपाट नसून गोल असतो; यामुळें तेल भरल्यावर थोडी फार जागा हवेसाठीं राहूं शकते. रांकेल ज्या नळींतून वर जातें, तिचें टोक तळापर्यंत आलेलें असतें. या टोकास जाळी बसवलेली असते. त्यामुळें तेलांत केरकचरा असल्यास मागें राहतो. शुद्ध तेलच नळींतून वर चढतें. जितक्या जोरानें पंप सुरू करावा, तितकी अधिक हवा टांकींतून जाऊन, रॉकेलच्या पृष्ठभागावर अधिक दाब उत्पन्न करते व त्यामुळें रॉकेल अधिक जोरानें नळींतून बाहेर येऊं लागतें.

(ब) पंप—या पपाची रचना सायकलच्या पंपासारखीच असते; तो कसा असतो हें तुम्हीं मागें शिकलां आहांच.

(क) बर्नर:—हा बर्नर नळीच्या आकाराचा असून याचें एक टोक टांकीच्या तळाशीं असतें. रॉकेल बाणाच्या मार्गानें वर चढतांना, क वाटींत स्पिरिट जळत असल्यानें, त्याच्या उष्णतेनें रॉकेलची वाफ होते. ती वाफ आकृतींत दाखविलेल्या वेटोळ्यांतून बाणांच्या मार्गानें प्रवास करून अ या छिद्रांतून बाहेर पडून जळते. ही जळत असतांना उष्णतेमुळें सबंध बर्नरच तापतो; विशेषतः छिद्राकडे रॉकेल येण्याचा मार्ग तापलेला राहतो. बर्नरच्या सभोंवतीं जें पसरट कडें (Ring) वापरतात, त्यामुळें हवेचा प्रवाह चोहोंकडून नियमित मिळतो; म्हणून ज्योतही निळसर राहते व ज्वलन पूर्ण होतें. त्यामुळें भांडीं काळीं होत नाहींत.



आकृति ६७.

(ड) वाटी(Cap)—सुरवातीस वाटींत स्पिरिट घेऊन तें पेटवितात. त्यामुळें बर्नर तापतो व त्यांतून तेल वर चढतांना त्याची वाफ होते.

स्टोव्ह व्यवस्थित पेटविला असल्यास जी ज्योत आपणांस मिळते; ती प्रकाशरहित असते किंवा त्यावर तापवलेलीं भांडीं काळीं होत नाहींत, व ज्योत प्रकाशमान झाल्याबरोबर धूर निघूं लागतो व भांडीं काळीं पडूं लागतात, यावरून धुराचे कार्बन-कण ज्योतींत राहतात तेव्हां प्रकाश मिळतो असें आपण जें अनुमान काढलें तें बरोबर असल्याचें दिसून येईल. दिव्यावरील कांचेची चिमणी काढल्याबरोबर ज्योत धुरकट होते, व प्रकाशही एकदम कमी होतो. जसजसें ज्योतीचें उष्णमान वाढतें. तसतसें हे ज्योतींतील कार्बनचे कण अधिकाधिक तापतात व प्रकाशही अधिक देऊं लागतात, किंवा तेजयुक्त (Incandescent) होतात. बन्सेनच्या प्रकाशरहित ज्योतींत चुनकळी (Lime) चा तुकडा धरला असतां तो तेजयुक्त होतो व प्रकाश देऊं लागतो. यालाच चुनकळीचा प्रकाश (Lime-light) असें म्हणतात. कोणताही स्थाणु पदार्थ प्रकाशरहित ज्योतींत धरला असतां तापतो व तेजयुक्त होतो. या तत्त्वाचा उपयोग गॅसच्या बत्तींत केला आहे.

गॅसच्या बत्तीची रचना सामान्यतः स्टोव्हच्या रचनेसारखी असते. याची टांकी वरच्या बाजूस असून बर्नर त्याच्या खालच्या बाजूस असतो. या बर्नरवर मँटल् बसविलेली असते. ही प्रकाशरहित ज्योतीच्या उष्णमानानें तापून प्रकाशयुक्त होते. सेरियम् व थॉरियम् धातूच्या ऑक्साईडच्या मिश्रणापासून ही मँटल (गोल-वात) तयार करतात.

कांचेची चिमणी असलेला दिवा

ज्योतीच्या तेजस्वितेचें कारण तिच्यांत असलेले तेजयुक्त कार्बनचे कणच होत; म्हणून ज्योत तेजस्वी होण्यासाठीं तिच्यामध्यें खालील दोन गोष्टींची जरूरी असतेः—

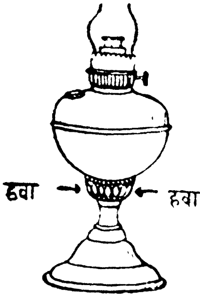
(१) स्थाणुरूप कार्बन किंवा दुसऱ्या कांहीं ठरलेल्या पदार्थांचे कण;

(२) ते तेजयुक्त करण्यासाठीं लागणारें उच्च उष्णमान.

या दोन्हीही गोष्टी वरील दिव्यांत कशा मिळूं शकतात तें आपण पाहूं. चिमणी नसलेला साधा दिवा घेतला तर त्याची ज्योत धुरकट

असते व प्रकाशही तितकासा नसतो. कारण, भोंवतालची थंड हवा ज्योतीचें उष्णमान फारसें चढूं देत नाहीं. त्यामुळें कार्बनचे कण तितकेसे तेजयुक्त होत नाहींत. दिव्यावर कांचेची चिमणी घातल्याबरोबर बाहेरची थंड हवा ज्योतीस लागत नाहीं. त्यामुळें तिचें उष्णमान वाढतें; व तें कायम राहतें. ज्वलनापासून उत्पन्न होणारे पदार्थ, कार्बन–डाय–ऑक्साइड, पाण्याची वाफ हे तापण्यानें हलके होतात व चिमणीच्या वरच्या तोंडानें निघून जातात; दिव्याच्या मोड्याला (Burner) जीं छिद्रें असतात त्यांतूनसुद्धां ज्योतीला हवा मिळते; म्हणून ज्योतीचें उष्णमान वाढतें व कार्बनचे कण अधिक तेजयुक्त होतात.

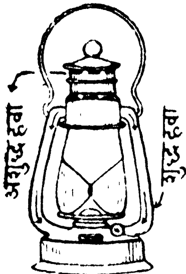
डिटमार् चा टेबलावर ठेवण्याचा दिवा साध्या चिमणीच्या दिव्यापेक्षां अधिक प्रकाश देतो व त्याच्या ज्योतीचें उष्णमानही अधिक असतें; याचें कारण त्याला अधिक हवा मिळण्याची तजवीज केलेली असते हें होय. मोडयाच्या छिद्रांतून तर हवा मिळतेच; शिवाय, त्याच्या खालच्या बाजूस जीं लहान भोकें असतात त्यांतून हवेचा पुरवठा ज्योतीच्या मध्यावर होतो. त्यामुळें कार्बनच्या कणाचें अधिक ज्वलन होतें व ज्योतीचें उष्णमान वाढतें आणि या उच्च उष्णमानावर कार्बनचे कण अधिक तेजयुक्त होतात.



डिटमारचा दिवा
आकृति ६८.

डीट्झचा कंदील–

या कंदिलाला इंग्रजीमध्यें (Hurricane Lantern) 'वादळी कंदील' असें म्हणतात. कारण वाऱ्याच्या मोठ्या झोतानेंसुद्धां तो विझत नाहीं. वादळी हवेंतही या दिव्याला एकसारखा नियमित हवेचा पुरवठा व्हावा अशी त्याची



आकृति ६९.

एकंदर रचना केलेली असते. या दिव्याच्या दोहों बाजूस पोकळ नळ्या असतात. त्याचें एक टोंक वरच्या टोपणास जोडलेलें असून, खालचें टोंक तेलाच्या टांकीच्या वरच्या बाजूस जोडलेलें असतें. यांच्या मध्यावरच दिव्याची ज्योत जळत असते. वरचें टोपण दुहेरी असून हवा आंत यावी म्हणून त्याच्या वरच्या व खालच्या बाजूस लहान मोठीं भोकें असतात. आंतल्या टोपणांत स्प्रिंग बसवलेली असते. त्यामुळें दिव्याची चिमणी घट्ट बसवितां येते.

दिवा जळत असतांना उत्पन्न होणारे वायु स्प्रिंगच्या वरच्या बाजूस असलेल्या भोंकांतून बाहेर निघून जातात. अ व ब या नळ्यांतून ज्योतीला शुद्ध हवेचा पुरवठा नियमित व एकसारखा होत राहतो. ही शुद्ध हवा भोकें असलेल्या तबकडीमधून ज्योतीला मिळते. वादळी हवेंतसुद्धां याप्रमाणें नियमित हवा मिळत असल्यानें, दिव्याच्या ज्योतीवर वादळाचा परिणाम होत नाहीं.

स्थाणुरूप इंधन (Solid fuels)

ज्वलन म्हणजे काय हें पूर्णपणें समजल्यावर, निरनिराळ्या प्रकारच्या इंधनांचा विचार करणें, या ठिकाणीं अस्थानीं होणार नाहीं. प्रकाश व उष्णता देणाऱ्या निरनिराळ्या पदार्थांना सामान्यतः इंधन असें म्हणतात. लांकूड, लोणारी कोळसा, दगडी कोळसा व कोक हेच मुख्य स्थाणुरूप इंधनाचे प्रकार होत. जगांतील कांहीं पुढारलेलीं राष्ट्रें वगळलीं तर बहुतेक सर्व राष्ट्रांतून इंधन म्हणून लांकडाचा उपयोग करतात. यापासून बरीच उष्णता मिळते; परंतु तें लवकर जळून जातें; त्याकडे सारखें लक्ष्य ठेवावें लागतें व धूरही फार होतो. लोणारी कोळशापासून उष्णता बरीच मिळते, शिवाय धूरही होत नाहीं. आणण्या नेण्याचा व सांठवण्याचाही फारसा त्रास नसतो. म्हणून शहरांमधून जळणासाठीं याचा अधिक उपयोग करतात. दगडी कोळसा ज्या देशांत मुबलक सांपडतो तेथें त्याचाही इंधन म्हणून उपयोग करतात. वरच्या दोहों प्रकारांपेक्षां याची उष्णता फार तीव्र असते; आणि तो एकदां पेटला म्हणजे सतत जळत राहतो. म्हणून याचा उपयोग कारखान्यांमधून विशेष करतात.

द्रवरूप इंधन

द्रवरूप इंधनामध्यें मुख्यतः पेट्रोल, केरोसीन किंवा कांहीं वनस्पतींपासून काढलेलीं तेलें वगैरे द्रव येतात. यांपैकीं पहिल्या दोहोंचा उपयोग करावयास लागून जगाला पुरतीं १०० वर्षेंही लोटलीं नाहींत. वनस्पतीचीं—करडी, भुइमूग, करंजा— तेलें मात्र प्राचीन काळापासून उपयोगांत आहेत. अशुद्ध स्वरूपांत पेट्रोलिअम् पृथ्वीच्या पोटांत सांपडतें. आहे अशाच अशुद्ध स्वरूपांत—क्रूड ऑइल— त्याचा मोठाल्या जहाजांवर एंजिनें चालविण्याकडे उपयोग करतात; किंवा शुद्ध करून त्याच्यापासून केरोसीन आणि पेट्रोल वगैरे तेलें काढतात. केरोसिनचा उपयोग स्टोव्ह-मध्यें द्रवरूप इंधनासारखा किंवा नाना प्रकारच्या प्रकाश देणाऱ्या दिव्यासाटीं करतात. अशा प्रकारच्या द्रवरूप इंधनापासून तितक्याच वजनाच्या दुसऱ्या कोणत्याही इंधनापेक्षां अधिक उष्णता मिळते. केरोसिनपासूनच पेट्रोल काढतात. या इंधनाच्या शोधामुळें मोटारी, हवाई जहाजें किंवा विमानें यांचा मनुष्यास शोध लावतां आला. दर वर्षीं लाखो गॅलन हें द्रवरूप इंधन जगांत उपयोगांत आणलें जात आहे. पृथ्वीच्या पोटांतील याचा सांठा मर्यादित असल्यामुळें आणखी चार-पांचशें वर्षांनंतर कदाचित् या इंधनाचें जगांत नांवही ऐकूं येणार नाहीं.

वायुरूप इंधन

मुंबई, मद्रास, रंगून अशासारख्या मोठ्या शहरांमधून कोल गॅस किंवा तशाच प्रकारच्या दुसऱ्या वायूंचा, इंधनासाठीं उपयोग केला जात असे. हें इंधन फार सोयीचें आहे; कारण त्याची पाठीमागें राख रहात नाहीं किंवा जळतांना त्याचा धूरही होत नाहीं. हें पेटवावयास फारसा वेळ लागत नाहीं आणि एकदां पेटला म्हणजे त्याकडे फिरून पहावें लागत नाहीं. यामुळें अगदीं जरूर तेव्हांच हें पेटवितां येतें, व काम झाल्याबरोबर तावडतोब विझवितां येतें.

कोल गॅस तयार करण्यासाठीं मोठाल्या लोखंडी वक-पात्रांत, मऊ (दगडी) कोळसा १२००° सें. पर्यंत तापवितात. तेव्हां त्यापासून पुष्कळ वायुरूप द्रव्यें निघूं लागतात. तीं थंड करण्यानें किंवा धुण्यानें वेगळीं करतां येतात. त्यांपैकीं मुख्य म्हणजे डांबर आणि अमोनिया हीं

होत. शुद्ध केलेला कोल गॅस मोठाल्या लोखंडी पात्रांत सांठवून ठेवतात व नळया टाकून सर्व शहरांत तो पुरविण्याची व्यवस्था करतात.

तेलाच्या प्रदेशांमधून केव्हां केव्हां ज्वालाग्राही वायु बाहेर पडतो. आसपासच्या प्रांतांतून इंधन म्हणून त्याचा उपयोग केला जातो. परंतु नळया घालून त्याचा पुरवठा करण्यास एकंदरींत खर्च बराच येतो.

सध्यांच्या काळांत प्रकाश व इंधन या दोहोंसाठीं विजेचा उपयोग फार मोठ्या प्रमाणांत चालूं आहे. जगांतील तेलाचा पुरवठा संपुष्टांत येऊं लागला म्हणजे विजेचा अधिकाधिक उपयोग या कामासाठीं होऊं लागेल.

या प्रकरणांतील महत्वाच्या गोष्टींचा सारांश

(१) फॉस्फरस हवेंत उघडा ठेवला असतां, त्यामुळें होणारें ज्वलन किंवा आपला श्वासोच्छ्वास, हीं मंद ज्वलनाचीं उदाहरणें होत.

(२) अपूर्ण ज्वलनामध्यें नेहमीं धूर उत्पन्न होतो; याचीं कारणें शुद्ध हवेचा व उष्णतेचा पुरवठा भरपूर नसतो हीं होत.

(३) कांचेची चिमणी असलेले दिवे, स्टोव्ह व गॅस बर्नर यांच्या ज्योती खालील उपायांनीं बिनधुराच्या करतातः—(१) शुद्ध हवेचा भरपूर पुरवठा (२) ज्योतीचें उष्णमान वाढवून.

(४) दोन वायुरूप पदार्थांमध्यें संयोग होऊन उष्णता व प्रकाश मिळतात, त्याच वेळीं ज्योत उत्पन्न होते.

(५) कोणत्याही रासायनिक विक्रियेमध्यें उष्णता, किंवा उष्णता व प्रकाश दोन्ही उत्पन्न होतात, तेव्हां त्या विक्रियेस ज्वलन असें म्हणतात. याचे तीन प्रकार आहेत.

(१) मंद, (२) शीघ्र, (३) स्फोटक (Explosive)

(६) ज्या वेळीं ज्वालाग्राही वायु व ज्वलनाला मदत करणारा वायु आपल्या परिस्थितीची अदलाबदल करतात, तेव्हां जें ज्वलन घडतें त्यास उफराटें ज्वलन असें म्हणतात.

(७) ज्योतीमध्यें ज्या वेळेस न जळलेले कार्बनचे कण तरंगत राहतात, तेव्हां ते तिच्या उष्णतेनें प्रदीप्त होतात व आपणांस प्रकाश मिळतो.

(८) प्रदीप्त ज्योतीचे चार भाग पडतात; प्रकाश नसलेल्या ज्योतीचे दोनच भाग असतात.

(१) अपूर्ण ज्वलनक्षेत्र
(२) पूर्ण ज्वलनक्षेत्र
(३) अज्वलनक्षेत्र
(४) ज्योतीच्या तळचें निळसर क्षेत्र.

(९) मेणबत्ती, स्पिरिट् व बन्सेनच्या बर्नरची ज्योत या तिहींची तुलना केली तर पहिलीपासून प्रकाश अधिक, तर दुसरी व तिसरीपासून उष्णता अधिक मिळते. याचें कारण मेणबत्ती जळतांना होणारें ज्वलन अपूर्ण असतें; व स्पिरिट् किंवा बेन्सनच्या बर्नरमधून गॅस जळतांना होणारें ज्वलन पूर्ण असतें.

(१०) इंधनाचे तीन प्रकारः– (१) स्थाणुरूप, (२) द्रवरूप, (३) वायुरूप. स्थाणुरूपामध्यें लांकूड, कोळसा हीं येतात; द्रवरूपामध्यें रॉकेल, स्पिरिट् व पेट्रोल येतात; व वायुरूपामध्यें कोल गॅस किंवा इतर गॅस येतात.

(११) सांप्रत प्रकाश व इंधन म्हणून विद्युत्–शक्तीचा उपयोग होतो.

प्रश्न

(१) पुढील विधानें सिद्ध करण्यास प्रयोग द्याः—

(१) धातू तापविल्या तर त्यांचें वजन वाढतें. (१९२० मुं. वि. वि.)

(२) ज्वलनाला हवेची जरूरी असते. (१९३० मुं. वि.वि.)

(२) हवेमध्यें होणारें लांकडाचें ज्वलन किंवा लोखंडासारख्या धातूचें ज्वलन यांत रासायनिक दृष्ट्या फरक काय ?

उत्तरः-दोहोंच्याही ज्वलनांत रासायनिक फेरफार (त्यांचा होणारा ऑक्सिजनशीं संयोग) घडून येतात. लोखंडाचा ऑक्सिजनशीं संयोग होऊन आयर्न ऑक्साइड बनतो; व लांकूड ज्या मौलांच्या संयोगानें बनलें आहे, तीं मौलें ऑक्सिजनशीं संयुक्त होतात व त्यामुळें पाणी, कार्बन-डाय-ऑक्साइड हीं मिळतात.

(३) फुंकण्यानें दिवा विझतो; व फुंकण्यानेंच अग्नि प्रज्वलित होतो. एकाच क्रियेनें परस्परविरुद्ध दोन कार्यें कशीं व कां घडून येतात ?

उ. दिवा विझतो याचें कारण फुंकण्यानें जळणाऱ्या वायूपासून एकदम त्याची ज्योत दूर केली जाते; त्यामुळें उत्पन्न होणारे ज्वलनशील वायु एकदम थंड होतात. त्यामुळें ज्योतीचें उष्णमान ज्वलन-बिंदूच्या खालीं जातें.

अग्नि प्रज्वलित होण्याचें कारण फुंकर घातल्यानें शुद्ध हवेंतील ऑक्सिजनचा पुरवठा अधिक होतो. या ठिकाणीं असणारा ज्योतीचा जोर फार मोठा असल्यामुळें फुंकण्यानें जळणाऱ्या वायूपासून ती फारशी दूर होत नाहीं, म्हणून ती मेणबत्तीच्या ज्योतीप्रमाणें विझत नाहीं.

(४) ज्वलन म्हणजे काय ? मंद आणि शीघ्र ज्वलनाचीं उदाहरणें द्या. (१९२६, १९२९ मुं. वि. वि.)

(५) पुढील विधान चूक असल्यास दुरुस्त करा. ‘ मेणबत्ती जळते तेव्हां ती वजनानें व आकारानें कमी होते. म्हणून पदार्थ जळतात तेव्हां त्यांच्या वजनांत वाढ होते, या नियमाला वरील विधान अपवाद आहे.’ (१९३० मुं. वि वि.)

(६) पुढील विधानांत योग्य ते शब्द घाला:—

स्टोव्हमध्यें तेलाची... ... तिचें ज्वलन होण्यापूर्वी ...... मिसळते.

(१९३० मुं. वि. वि.)

(७) मेणबत्तीच्या ज्योतीचें वर्णन करा. ...(१९२४ मुं.वि.वि.)

(ब) तिचें स्वरूप स्पिरिटच्या दिव्याच्या स्वरूपापेक्षां वेगळें कां ? (१९२८ मुं. वि. वि.)

(क) मेणबत्तीच्या ज्योतीचें स्वरूप स्टोव्हच्या स्वरूपा-पेक्षां वेगळें कां? (१९२९, १९३५ मुं. वि. वि.)

(८) दिव्याच्या ज्योतीवर आपण फुंकर घालतों, तेव्हां काय घडून येतें? (१९३२ मुं. वि. वि.)

(९) (अ) मेणबत्तीच्या ज्योतीच्या निरनिराळ्या भागांचें वर्णन करा. (ब) 'कार्बन' असलेलीं द्रव्यें ज्या दिव्यांत जळतात, अशाच्या ज्योतीची तेजस्वितेंतील फरकाचीं कारणें विशद करून सांगा. (१९३२, १९३४ मुं. वि. वि.)

(१०) तुम्ही विकत घ्यावयाच्या स्टोव्हची परीक्षा कशी कराल?

(११) स्टोव्हच्या ज्योतीमध्यें पूर्ण ज्वलन कोणत्या कारणांनीं घडून येतें?

(१२) आपल्या स्वयंपाकगृहांतील चुलींत लांकडाचें पूर्ण ज्वलन होतें काय? नसल्यास तुम्ही त्यांत काय सुधारणा सुचवितां?



प्रकरण १४ वें

नैट्रोजन् व त्याचे संयुग.

रुदरफर्ड नांवाच्या इंग्लिश शास्त्रज्ञानें हा वायु हवेपासून प्रथम वेगळा केला. हंडीखालीं मर्यादित हवेचा पुरवठा घेऊन त्यांत उंदरास कोंडलें. उंदराच्या श्वासोच्छ्वासानें पात्रांतील ऑक्सिजन् लवकरच संपला, व त्यामुळें बनलेला कार्बन–डाय–ऑक्साईड् वायु, वेगळा काढून, मागें राहिलेल्या वायूचे गुणधर्म त्यानें तपासले.

याच वर्षी मर्यादित हवेंत कार्बन जाळून व त्यामुळें बनलेला कार्बन–डाय–ऑक्साइड वायु अल्कलीच्या योगानें वेगळा करून **प्रीस्टलेनें** हा वायु तयार केला व त्याला त्यानें 'डीफ्लॉजिस्टिकेटेड' वायु असें नांव दिलें. बकपात्रांत पारा मारल्यावर शिल्लक राहिलेल्या या वायूचें **लव्हॉयजे** यानें 'अॅझोट' असें नामकरण केलें. पुढें '**चॅप्टेल**' नांवाच्या दुसऱ्या एका शास्त्रज्ञानें या वायूस नैट्रोजन् असें नांव सुचविलें.

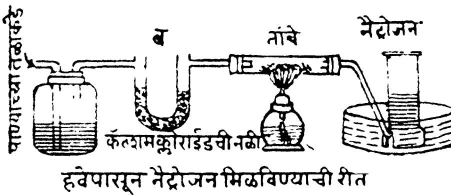
नैट्रोजन् सृष्टींत विपुल सांपडतो. हवेंत मिश्रणाच्या स्वरूपांत $\frac{4}{5}$ भाग यानेंच व्यापिला आहे. संयुगावस्थेंत खाणींत सांपडणाऱ्या सर्व नैट्रेटचा व बहुतेक प्राणिज व वनस्पतिजन्य पदार्थांचाही हा एक घटक असतो.

तयार करण्याची रीत

हवेपासून नैट्रोजन् पुष्कळ रीतींनीं वेगळा काढतां येतो. त्यापैकीं सोपी रीत म्हणजे हवेंतील ऑक्सिजन् वेगळा काढून घेणें ही होय. हंडींत फॉस्फरस जाळून नैट्रोजन् कसा मिळतो हें आपण मागें पाहिलें आहेच (पान ८१). द्रवरूप हवेस वाफरूं देऊनही नैट्रोजन् वेगळा काढतां येतो. कारण तो बाकीच्या वायूपेक्षां अधिक वाफरशील (Volatile) आहे. यापैकीं कोणत्याही रीतीनें तयार केलेला नैट्रोजन् रासायनिक दृष्ट्या शुद्ध नसतो. **सर विल्यम रॅमसे**, व **लॉर्ड रॅले** यांनीं हवेंतून वेगळ्या केलेल्या नैट्रोजन्मध्यें मॅग्नेशिअम् तापविला, तेव्हां सुमारें शेकडा एक भाग एवढा वायु भांड्यांत निष्क्रियावस्थेंत राहिला.

रासायनिक रीतीनें तयार केलेल्या नैट्रोजन्‌पेक्षां या नैट्रोजन्‌चें दार्ढ्य थोडें अधिक असल्याचें त्यांना आढळून आलें. यामुळें हवेंतील नैट्रोजन्‌मध्यें दुसरा एकादा निष्क्रिय वायु मिसळलेला असावा असें त्यानीं अनुमानिलें. त्यालाच त्यांनीं ॲरगॉन असें नांव दिलें.

प्रयोग ७३ वा:-- हवेच्या मिश्रणापासून नैट्रोजन् वेगळा करणें:-एक मोठी कांचेची बाटली घेऊन तिला दोन भोंकें असलेलें बूच बसवा. त्यांत दोन काटकोनांत वांकविलेल्या नळ्या बसवा. एक नळी पाण्याच्या नळीस जोडा. तिचें दुसरें टोक बाटलीच्या तळापर्यंत गेलें आहे कां नाहीं तें पहा. दुसऱ्या नळीचें टोंक यू आकाराच्या व कॅलशिअम् क्लोराइडनें भरलेल्या नळीस जोडा. यू नळीचें दुसरें टोंक तांब्याचा कीस भरलेल्या कठीण कांचेच्या नळीस जोडा. इच्या दुसऱ्या टोंकास एक नळी जोडून तिचें टोंक पाण्यानें भरलेल्या मोठ्या भांड्यांत सोडा. त्यांत वायु धरण्याकरतां आधारणीवर पाण्यानें भरलेलें नळकांडें उपडें करून ठेवा.



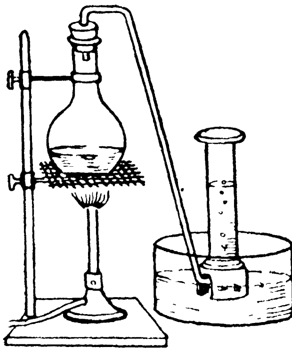
हवेपासून नैट्रोजन मिळविण्याची रीत

आकृति ७०.

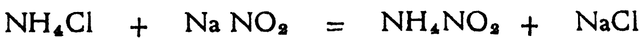
इतकी तयारी झाल्यावर बाटलींत पाणी सोडा. त्याबरोबर तींतील हवा वर रेटली जाईल. पुढें यू नळींतून जातांना तिच्यांतील पाण्याची वाफ व कार्बन-डाय-ऑक्साइड कॅलशिअम्-क्लोराइडमध्यें शोषले जातील; व बाकीची हवा तापत असलेल्या तांब्यावरून जाऊं लागेल. तेव्हां ऑक्सिजनचा तांब्याशीं संयोग होऊन कॉपर ऑक्साइड बनेल व मागें राहिलेला नैट्रोजन वायु पुढें नळकांड्यांत धरला जाईल. नळकांड्यांत जमलेल्या वायूचे गुणधर्म आपणांस सहज तपासतां येतील. [हा वायु अशुद्ध असल्याचें आपण मागें पाहिलें आहेच.]

 → सोडियम नायट्राइट

प्रयोग ७४ वाः–नैट्रोजन तयार करून त्याचे गुणधर्म तपासणें:–सारख्या प्रमाणांत अमोनिअम् क्लोराइड (नवसागर) व सोडियम् नैट्रैट यांचें मिश्रण घेऊन त्याचा विद्रव तयार करा. हा विद्रव एका चंबूंत घेऊन त्याला एक भोंक असलेलें बूच बसवा. या नळींत एक वाकडी नळी बसवा. तिचें एक टोंक विद्रवाच्या वर राहावें. दुसऱ्या टोकास रबरी नळी जोडून, त्या रबरी नळीचें टोंक पाण्यानें भरलेल्या भांड्यांतून आधारणीखालीं ठेवा; व आधारणीवर पाण्यानें भरलेलें नळकांडें उपडें करून ठेवा. याप्रमाणें सर्व जोडण्या बरोबर झाल्या आहेत अशी खात्री झाल्यावर सावकाश विद्रव तापविण्यास सुरवात करा. चंबूंतील सर्व हवा निघून गेल्यावर वायु जमा करा. हा वायु निघतांना पुढीलप्रमाणें विक्रिया घडून येतेः—



आकृति ७१.



$$NH_4Cl + NaNO_2 = NH_4NO_2 + NaCl$$

अमोनियम् क्लोराइड	+	सोडियम् नैट्राइट	अमोनियम् नैट्राइट	व सोडियम् क्लोराइड (मीठ)

हाच अमोनियम् नैट्राइड पुढीलप्रमाणें विघटित होऊन नैट्रोजन् मिळतोः—



$$NH_4NO_2 = 2H_2O + N_2$$

अमोनियम् नैट्राइट = पाणी व नैट्रोजन्

याप्रमाणें चार दोन नळकांडीं वायूनें भरल्यावर त्याचे गुणधर्म पाहण्यासाठीं पुढीलप्रमाणें प्रयोग कराः–

(१) वायूला चव, वास, किंवा रंग हीं आहेत काय ?

(२) एका नळकांड्याच्या तोंडाशीं जळती मेणबत्ती आणा, आणि ती त्या नळकांड्यांत सोडा. हा वायु ज्वालाग्राही किंवा ज्वलनास मदत करणारा आहे काय ?

(३) नैट्रोजननें भरलेल्या एका नळकांडयांत थोडीशी चुन्याची निवळी टाका व तें जोरानें हालवा. चुन्याची निवळी पांढरी होते काय ?

(४) फॉस्फरसचा तुकडा जाळणींत घेऊन तो पेटवा व वायूनें भरलेल्या नळकांड्यात सोडा. तो जळतो काय ?

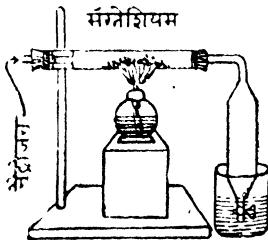
(५) एखादा ढेंकूण किंवा माशी पात्रांत सोडा. त्यावर कोणता परिणाम घडतो ?

नैट्रोजन् वायूचे गुणधर्म

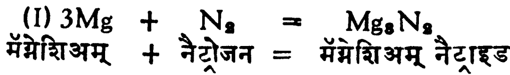
परमाणु–भार १४, अणु–भार २८, दार्ढ्य (हवा=१) ०·९७, उत्कलन बिंदु–१९५° सें.

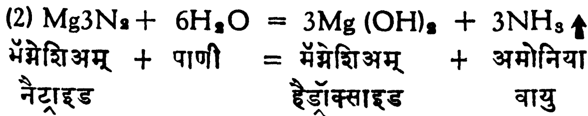
हा वायु रंगहीन, वासरहित व रुचिहीन आहे. हा वायु चुन्याच्या निवळीला पांढरी करीत नाहीं, तो ज्वालाग्राही नाहीं अगर ज्वलनाला मदत करणारा नाहीं. फारच थोड्या मौलांशी हा संयुक्त होतो, म्हणून याला निष्क्रिय वायु असें म्हणतात. हा वायु पाण्यांत फार थोड्या प्रमाणांत विद्राव्य आहे. या वायूंत प्राणी जगत नाहींत; कारण जीवनाला लागणारा ऑक्सिजन् यांत नसतो. तो विषारी नसल्यामुळें व निष्क्रिय असल्यामुळें हवेमधील ऑक्सिजनचा तीव्रपणा सौम्य करण्यास याचा फार उपयोग होतो.

जेव्हां मॅग्नेशिअम् आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें नैट्रोजनमध्यें तापवितात, तेव्हां मॅग्नेशिअम् नैट्राइड नांवाचा संयुग बनतो, व नळींतील नैट्रोजनचा दाब कमी झाल्यामुळें, पात्रांतील रंगीत पाणी नळींत वर चढतें. पाण्याच्या योगानें हा मॅग्नेशिअम् नैट्राइड विघटित होऊन अमोनिया वायु बाहेर पडतो. पुढील समीकरण पहाः—



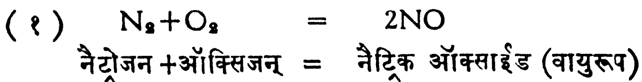
आकृति ७२.





नैसर्गिक व कृत्रिम खतें:—नैसर्गिक खताचा (सोडियम् व पोटॅशिअम् नैट्रेट) बहुतेक पुरवठा पूर्वी दक्षिण अमेरिकेंतून होत असे. हा पुरवठा कमी पडणार असें शास्त्रज्ञांना वाटूं लागलें; तेव्हां कृत्रिम रीतीनें खतें तयार करतां येतील कां नाहीं याकडे त्यांचें लक्ष वेधलें.

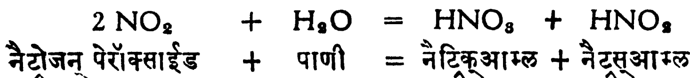
खतांना लागणारा मुख्य पदार्थ म्हणजे नैट्रोजन्. हवेंत त्याची समृद्धी फार. परंतु तो वेगळा काढून कसा घ्यावा ? खालीं दिलेल्या रीतीनें तो हवेंतून वेगळा करून त्याच्यापासून नैट्रिकाम्ल तयार करण्याची रीत त्यांनीं शोधून काढली. नॉर्वे देश डोंगराळ आहे. विद्युत्-शक्तीचा पुरवठा तेथें स्वस्त दरांत वाटेल तेवढा मिळूं शकतो. एका मोठ्या कांचेच्या नळींत हवा कोंडतात व तीमधून मोठा विद्युत्प्रवाह सोडतात. शक्तिमान् विद्युत्-चुंबक जवळ ठेवल्यानें परिणामकारी क्षेत्र वाढवितां येतें. यामुळें कोंडलेल्या हवेंतील कांहीं ऑक्सिजन् व नैट्रोजन् यांचा संयोग होऊन, नैट्रिक ऑक्साइड बनतो व तो अधिक ऑक्सिजनशीं संयुक्त होऊन नैट्रोजन् पेरॉक्साइड वायु बनतो. याच क्रियेला, हवेंतील नैट्रोजन वेगळा करण्याची रीत (fixation of Nitrogen) असें म्हणतात. ती खालील समीकरणाप्रमाणें घडून येते:—





नैट्रिक ऑक्साईड + ऑक्सिजन् = नैट्रोजन् पेरॉक्साइड.

नंतर हा वायु थंड करून पाण्यांत सोडल्यावर त्यापासून नैट्रिकाम्ल मिळतें:–



हें नैट्रिकाम्ल सौम्य असतें; तें नैट्रसाम्लापासून वेगळें करून तापवितात. तें तापविल्यानें त्यांतील पाण्याचा बराचसा अंश निघून जाऊन तीव्र आम्ल तयार होतें. या तीव्र किंवा सौम्य आम्लावर सोडियम् हायड्रॉक्साईड किंवा पोटॅशिअम् हायड्रॉक्साइडचें रासायनिक कार्य करवून त्यापासून सोडीयम् नायट्रेट किंवा पोटॅशिअम् नायट्रेट हें खत तयार करतात.

नैट्रोजन् हा स्वतः जरी क्रियाशील नाहीं तरी त्याचे पुष्कळ संयुग फार क्रियाशील आहेत. नैट्रोजन् ट्रायक्लोराइड हा स्फोटक पदार्थ आहे, याला जेव्हां एकदम धक्का बसतो, तेव्हां नैट्रोजनला संयुगापासून बाहेर पडण्याला संधि मिळत असावी, व या धकाधकीच्या उष्णतेनें मोठ्या प्रमाणांत तप्त वायुरूप पदार्थ एकदम बाहेर पडत असावेत; म्हणून मोठा स्फोट होत असावा.

अमोनिया वायु

गेबर नांवाच्या शास्त्रज्ञानें नवसागराचा उल्लेख १३ व्या शतकांतच केला आहे. पुढें कांहीं दिवसांनीं जनावरांचीं शिंगें, हाडें, खूर, इ० पदार्थांचें उर्ध्वपातन करून अमोनियम् कार्बोनेटचा विद्रव तयार केला गेला. याच विद्रवाला 'हार्टशॉर्नचें स्पिरिट' असें म्हणूं लागले. इ. सन १७७४ मध्यें **प्रीस्टलेनें** अमोनिया वायु शोधून काढला. हा तांबडा लिटमसचा कागद निळा करतो असें जेव्हां त्यास समजलें, तेव्हां तो म्हणाला ही अल्कलाइन हवा असावी. पुढें लवकरच **बर्थेलॉट** यानें हा वायु हैड्रोजन् व नैट्रोजन यांचा संयुग असल्याचें दाखविलें.

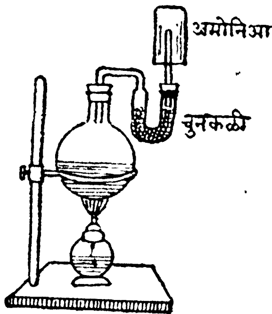
खताचे ढीग सांठविलेल्या ठिकाणीं हा वायु तयार होतो हें त्याच्या वासावरून स्पष्ट कळून येतें. जमीनींत पुष्कळ ठिकाणच्या पाण्यांत, रक्तांत व लघवींत याचे संयुग लहान प्रमाणांत असल्याचें दिसून येतें. ज्वालामुखी प्रदेशाच्या आसमंतात् अमोनियन् सल्फेट किंवा अमोनियम् क्लोराइड (नवसागर) हे त्याचे संयुग सांपडतात.

हा वायु कसा तयार करतात ?

नवसागरांत ओला चुना कालविला असतां त्यांतून एक तीव्र वास असलेला वायु निघूं लागतो. आपण हा वायु मुद्दाम हुंगला तर नाकां-

डोळ्यांतून पाणी येऊं लागतें. हाच आमोनिया वायु. प्रयोगशाळेंत तो तयार करण्याच्या कामीं हीच विक्रिया उपयोगांत आणतात.

प्रयोग ७५ वा:—आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें चंबू स्टॅंडवर बसवा. १:२ या प्रमाणांत नवसागर व चुनकळी यांच्या मिश्रणाची पूड घ्या. हें मिश्रण दिव्याच्या ज्योतीवर तापवा. निघणारा वायु कोरडा करण्यासाठीं प्रथम त्यास चुनकळ्यानें भरलेल्या यू नळीमधून आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें जाऊं द्या. (सूचना:–अमोनिया नेहमींच्या जलशोषकाबरोबर संयुक्त होतो, म्हणून त्यांचा या प्रयोगांत उपयोग करतां येत नाहीं.) **हा वायु आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें हवेवरच जमवावा लागतो कां ?**



आकृति ७३.

हा वायु बाहेर पडतांना पुढीलप्रमाणें लवणामध्यें विक्रिया होते:–


$$2NHCl_4 + Ca(OH)_2 = CaCl_2 + 2H_2O + 2NH_3$$

नवसागर (अमो. क्लो.) + कॅलाशीअम् हैड्रॉक्साइड = कॅलाशीअम् क्लोराइड + पाणी + अमोनिया वायु

याप्रमाणें ५।६ नळकांडीं भरल्यावर त्याचे गुणधर्म तपासण्यासाठीं पुढीलप्रमाणें प्रयोग करा:—

(१) एका नळकांड्यांत जळती मेणबत्ती सोडा; ती जळते कां विझते ?

(२) दुसरें नळकांडें पाण्यानें भरलेल्या भांड्यांत उपडें ठेवा. हा वायु किती जलद त्यांत विरतो तें पहा.

(३) एक कांचेची कांडी हैड्रोक्लोरिकाम्लामध्यें बुडवून, ती अमोनिया वायूनें भरलेल्या नळकांड्यावर धरा. कोणत्या रंगाचा वायु बनतो तो काळजीपूर्वक पहा.

(४) वायूनें भरलेल्या नळकांड्यांत तांबडा लिटमसचा कागद धरा. त्याचा रंग निळा होता कीं नाहीं तें पहा.

(५) अमोनियाच्या विद्रवामध्यें तो उदासीन होईपर्यंत थेंब थेंब हैड्रोक्लोरिक् आम्ल टाका आणि प्रत्येक खेपेस विद्रव चांगला हलवा. आतां लिटमसचा निळा कागद तांबडाही होणार नाहीं किंवा तांबडा कागद निळाही होणार नाहीं. हा विद्रव वाफर-बशींत (Evaporating dish) घेऊन हळुहळूं त्यास वाफरूं द्या. तळाशीं राहिलेला स्थाणु पदार्थ नवसागर आहे कां तें पहा.



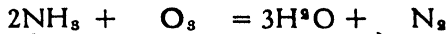
$$NH_3 \quad + \quad HCl \quad = \quad NH_4Cl$$

अमोनिया + हैड्रोक्लोरिकाम्ल = नवसागर

अमोनियाचे गुणधर्म व घटना

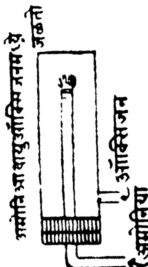
अणुभार १७. दार्ढ्य (हवा = १) ·५९ द्रवीभवनाचा बिंदु–
–७७° सें. उत्कलनबिंदु– ३३·५° सें.

अमोनिया वायु रंगहीन, व हवेपेक्षां हलका आहे. याचा वास फार तीव्र–अगदीं डोक्यापर्यंत झिणझिण्या आणणारा–आहे. फार मोठ्या प्रमाणांत पाण्यांत हा विद्राव्य आहे. म्हणून याचा संपृक्त विद्रव तयार करून बाजारांत विकावयास ठेवतात. हा वायु किंवा त्याचा विद्रव अल्कधर्मी आहेत. हा ज्वलनाला मदत करीत नाहीं; आणि सामान्यतः हवेंत जळतही नाहीं. परंतु ऑक्सिजनमध्यें मात्र हा सहज जळूं लागतो; व जळताना पुढीलप्रमाणें विक्रिया होते. यावरून हा वायु नैट्रोजन् व हैड्रोजन् यांचा संयुग असल्याचें सिद्ध होतें:—



$$2NH_3 + \quad O_3 \quad = 3H^2O + \quad N_2$$

अमोनिया ऑक्सिजन पाणी + नैट्रोजन् वायु



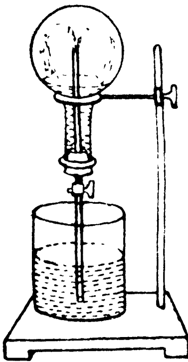
आकृति ७४.

अमोनिया वायूचे उपयोगः–द्रव अमोनिया वायुरूप होतांना त्याच्याशीं संबंधित असलेल्या पदार्थांमधून पुष्कळ उष्णता काढून घेतो म्हणून (द्रव अमोनिया) त्याचा उपयोग. (१) बर्फ तयार करण्यासाठीं करतात. (२) वॉशिंग सोडा तयार करण्यासाठींही

त्याचा उपयोग होतो; (३) कपड्यावरील तेलकट डाग काढण्यासाठींही याचा उपयोग करतात. (४) अमोनिअमूचीं (NH_4) लवणें तयार करण्याच्या कामीं याचा उपयोग होतो.

अमोनिया पाण्यांत अतीशय विद्राव्य आहे व हा विद्रव अल्कधर्मी आहे हें पुढील मनोरंजक प्रयोगावरून दाखवितां येतें. याला कारंजाचा प्रयोग असें म्हणतातः—

प्रयोग ७६ वाः— एक गोल बुडाचा चंबू घ्या. तो अमोनियानें पूर्ण भरून त्याला कांचेची नळी बसविलेलें रबरी बूच घट्ट बसवा. नळीच्या शेवटास चिमटा अडकवून तिचें तोंड बंद करा. पंचपात्रांत तांबड्या लिटमसचा द्रव घेऊन, त्यांत चंबूच्या नळीचें टोक राहील अशा बेतानें तो उपडा धरून स्टँडवर बसवा. चंबूच्या बुडावर थोडेसें इथर शिंपडा व नळीच्या शेवटास अडकवलेला चिमटा काढून घ्या. इथरमुळें चंबूंतील अमोनिया थंड होऊन थोडासा अकुंचन पावेल; चंबूंत थोडासा रिक्तावकाश होईल, व पात्रांतील पाणी चंबूंत चढूं लागेल, यांत अमोनिया विरेल. त्यामुळें अधिकच रिक्तावकाश होऊन कारंजासारखें पाणी चंबूंत उडूं लागेल. हा विद्रव अल्कधर्मी असल्यामुळें तांबड्या लिटमसचें पाणी निळें होईल.

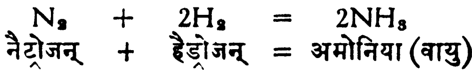


आकृति ७५.

मौलांच्या एकीकरणापासून बनविलेला अमोनिया वायु.

हेबरची रीत—हवा अतीशय थंड केल्यानें तिला द्रवरूप प्राप्त होतें. या द्रवरूप हवेपासून नैट्रोजन् वायु वेगळा करून घेतां येतो. हा नैट्रोजन् वायु व हैड्रोजन् वायु लोखंड व मोलेन्डियम् (धातू) चे बारीक कण असलेल्या व खूप तापविलेल्या नळयांमधून २०० पट हवेच्या दाबाखालीं फिरवितात. नळयाच्या एका टोकाला हे दोन वायु वेगवेगळे

सोडतात. तापलेल्या नळयांतून बारीक कणांवरून जातांना त्यांचें एक-मेकावर रासायनिक कार्य होऊन दुसऱ्या टोकाला अमोनिया वायु तयार होऊन मिळतो. तो द्रवरूपांत गोळा करण्याची किंवा पाण्यांत विरवून गोळा करण्याची रीत आहे. रासायनिक कार्य न होतां तसाच राहिलेला नैट्रोजन् किंवा हैड्रोजन् पुन्हां नळयांतून फिरविण्याची व्यवस्था करतात. या वायूमधील रासायनिक कार्य खालीं दाखविलेल्या समीकरणाप्रमाणें घडून येतें:–



$$N_2 + 2H_2 = 2NH_3$$

नैट्रोजन् + हैड्रोजन् = अमोनिया (वायु)

याप्रमाणें तयार झालेला अमोनिया वायु हवेशीं मिसळून शुभ्र-तप्त झालेल्या प्लॅटिनमच्या जाळीमधून जाऊं देतात. न समजणाऱ्या अशा गूढ रीतीनें या मिश्रणापासून नैट्रिक-आम्ल तयार होतें व या नैट्कामलाचा अमोनियाशीं संयोग होऊन अमोनियम्–नैट्रेट तयार होतें. याचा उपयोग बंदुकीची दारू करण्याकडे किंवा खताकडे फार मोठ्या प्रमाणावर करतात.

हेबर या जर्मन गृहस्थानें शोधून काढलेल्या या रीतीनें फार मोठ्या प्रमाणावर अमोनियम नैट्रेट जर्मनींत तयार करतात.

अमोनियाची परीक्षा कशी करावी ?

(१) त्याचा चमत्कारिक वास. (२) तांबड्या लिटमसचा कागद यांत निळा होतो. (३) हैड्रोक्लोरिकाम्ल वायु व अमोनिया वायु वेगवेगळया नळकांड्यात धरून एकत्रित केले असतां अमोनियम् क्लोराइडच्या दाट वाफा बनूं लागतात. (४) नेस्लरच्या विद्रवाचा रंग या वायूमुळें पिंगट होतो. (पोटॅशिअम् आयोडाइडचा विद्रव हळूहळूं मर्क्यूरी क्लोराइडच्या विद्रवांत मिसळवा; प्रथम तळाशीं तांबडा साका बनतो. तो विद्रुत होईपर्यंत आयोडाइडचा विद्रव त्यांत थोडा थोडा ओतावा. याप्रमाणें तयार झालेल्या विद्रवास **'नेस्लरचा विद्रव'** असें म्हणतात.)

अमोनियाचीं कांहीं महत्वाचीं लवणें

(१) **नवसागर** (NH_4Cl.)–हा स्फटिकाकृति पदार्थ असून व्यवहारांत याचा उपयोग हरघडी होतो. हा पाण्यांत विरघ-

ळतांना त्याचा विद्रव खूप थंड होत जातो. तांबें किंवा पितळ तापवीत असतां त्याच्या पृष्ठभागावर त्या धातूचा ऑक्साइड बनतो; परंतु नव-सागराची पूड त्यावर टाकली असतां हा ऑक्साइड नाहींसा होतो व धातूचा चकचकीत भाग दिसूं लागतो. तांब्याच्या किंवा पितळेच्या भांड्यांस कल्हई करतांना त्यावर पातळसा कथिलाचा थर बसवावयाचा असतो; तो बसवितांना तापविल्यानें भांड्याच्या पृष्ठभागावर तयार होणारा ऑक्साइडचा थर नाहींसा होणें जरूर असतें; म्हणून भांडीं प्रथम तापवून, ज्या भागावर कल्हई करावयाची असेल त्यावर नव-सागराची पूड टाकतात. **नवसागर** तापविलें असतां उडून जातें (Sublimes). याचा उपयोग लॅक्लाचीच्या बॅटरीमध्यें तसेंच ड्राय-बॅटरीमध्यें करतात. रंगाच्या कारखान्यांतही याचा उपयोग होतो.

(२) **अमोनियम् सल्फेट** $(NH_4)_2SO_4$ –मोठ्या प्रमाणावर कोल गॅस तयार करतांना अमोनियाचा विद्रव **दुय्यम–पदार्थ** म्हणून मिळतो. हा चुन्याच्या दाट विद्रवांत (Milk of lime) मिसळतात व तापवितात त्यामुळें अमोनिया बाहेर पडतो. हा बाहेर पडणारा अमोनिया वायु सल्फ्यूरिकाम्लामध्यें शोषून घेतात. विद्रवांत जमणारे चिकट पदार्थ. गाळणीनें निराळे काढून, अमोनियम् सल्फेटचा विद्रव वाफरू देतात, व सावकाश थंड होऊं देऊन त्यांतील स्फटिक वेगळे करतात.

गुणधर्म

(१) हा रंगहीन स्थाणु पदार्थ असून पाण्यांत विद्राव्य आहे. (२) शुद्ध स्वरूपांत याचे फार मोठे स्फटिक आढळून येतात. परंतु ते तापविल्यावर विघटित होतात.

उपयोग

खत म्हणून याचा फार मोठ्या प्रमाणावर उपयोग होतो शिवाय तुरटी (alum) तयार करण्यासाठींही त्याचा उपयोग करतात.

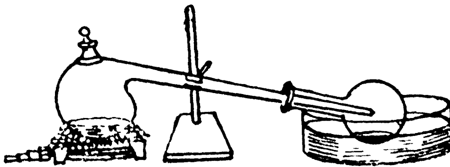
[दर वर्षी इंग्लंडमध्यें कोल गॅस तयार करतांना ४००,००० टन अमोनियम् सल्फेट, दुय्यम पदार्थ (bi-product) तयार होतो. याचा बहुतेक खताकडेच उपयोग करतात.]

(३) **स्मेलिंग सॉल्ट**–(अमोनियम् कॉर्बोनेट) हा पांढरा स्फटिकाकृति स्थाणु पदार्थ आहे. हा हुंगला असतां याला अमोनियाचा तीव्र वास येतो. अमोनियाच्या तीव्र वासाबरोबर थोडासा चांगला वासही यावा म्हणून, कोणत्याही सेंटचे चार दोन थेंब यांत टाकतात.

नैट्रिक आम्ल

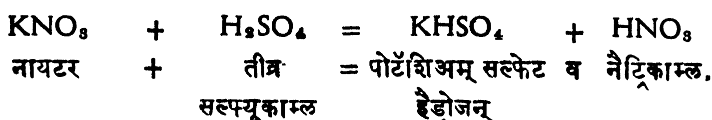
१३ व्या शतकांत ग्लोबर नांवाच्या इटॅलीअन् शास्त्रज्ञानें या आम्लाबद्दल खालील माहिती लिहून ठेविली आहे. "मोरचूद, तुरटी व सोरा एकत्रित करून, मी त्याचें उर्ध्वपातन केलें. त्यापासून जो द्रव मिळाला त्याला मी '**आक्वा फॉर्टिस**' असें नांव दिलें; पुढें पोटॅशिअम् नैट्रेट व सल्फ्यूरिकाम्ल एकत्रित तापवून त्यापासून निघणारा वायुरूप पदार्थ (वाफा) दुसऱ्या पात्रांत येऊं देऊन, त्यांस तेथें थंड होऊं दिलें. यापासून द्रव पदार्थ मिळाला." हेंच नैट्रिकाम्ल होय.

प्रयोग ७७ वाः–**नैट्रिक् आम्ल तयार करून त्याचे गुणधर्म तपासणें**:–पोटॅशिअम् नैट्रेट व तीव्र सल्फ्यूरिकाम्ल यांचें सारख्या वजनाचें मिश्रण करून तें एका बकपात्रांत घ्या. त्याचें नळीच्या आकाराचें लांब तोंड चंबूंत (ग्राहकांत) घालून तो भांड्यांतील पाण्याच्या पृष्ठभागावर राहीलसें करा. या ग्राहकावर एक ओलें फडकें झांकण घाला. त्यामुळें बकपात्राच्या तोंडांतून चंबूंत येणाऱ्या वाफा थंड होऊन त्यांचें पुन्हा द्रवांत रूपांतर होईल. स्पिरिटच्या दिव्यानें बकपात्र तापवूं लागल्याबरोबर उर्ध्वपातनानें नैट्रिकाम्ल ग्राहकांत जमेल. (सूचनाः– या प्रयोगांत रबराचीं बुचें किंवा नळ्या वापरूं नयेत; कारण नैट्रिकाम्लाचा त्यावर फार जलद परिणाम होऊं लागतो.)



आकृति ७६.

या रीतीनें नैट्रिक आम्ल तयार होतांना पुढीलप्रमाणें विक्रिया होतेः—

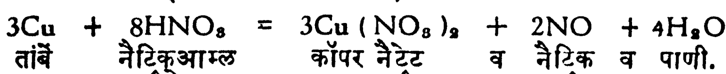


$KNO_3 + H_2SO_4 = KHSO_4 + HNO_3$

नायटर + तीव्र सल्फ्यूकाम्ल = पोटॅशिअम् सल्फेट व नैट्रिकाम्ल. हैड्रोजन्

या रीतीनें मिळणारें आम्ल शुद्ध असत नाहीं. तें उर्ध्वपातनानें पुन्हा शुद्ध करून घ्यावें लागतें. चंबूंत जमा झालेलें हें आम्ल एका नळींत ओतून घेऊन त्याच्या योगानें पुढीलप्रमाणें प्रयोग करा:—

(१) त्याचा रंग, वास व चव पहा; (२) त्यांत निळ्या लिटमसचा कागद बुडवा. तो तांबडा होतो काय ? (३) कोणत्याही प्रमाणात तें पाण्यांत मिसळूं शकतें. (४) नीळाच्या विद्रवांत एक दोन थेंब नैट्रिक आम्ल टाका. विद्रव रंगहीन होतो काय ? असल्यास काय म्हणून ? नैट्रिक आम्लामधील ऑक्सिजन् मोकळा होऊन नीळांतील रंगद्रव्याबरोबर संयुक्त होतो. त्यामुळें रंगद्रव्य रंगहीन होतें. या मुक्त (nascent) ऑक्सिजनच्या आंगीं रंग घालविण्याचे गुणधर्म आहेत. (५) तांब्याचे कांहीं तुकडे एका नळींत घेऊन त्यावर थोडेसें नैट्रिकाम्ल ओता. त्या दोहोंची विक्रिया होऊन त्यापासून एक पिंगट रंगाचा वायु (नैट्रिक-ऑक्साइड) निघेल. यावरून नैट्रिकाम्लामध्यें आपला ऑक्सिजन् मोकळा करून त्याचा दुसऱ्या मौलाशीं किंवा पदार्थाशीं संयोग होऊं देण्याची शक्ति (Oxidising power) आहे.



$3Cu + 8HNO_3 = 3Cu(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$

तांबें नैट्रिकआम्ल कॉपर नैट्रेट व नैट्रिक ऑक्सा० व पाणी.

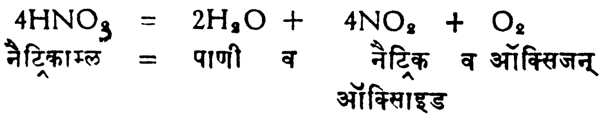
(६) तीव्र नैट्रिकाम्ल लाकडाच्या भुशावर टाका. काय परिणाम होतो ? तांबड्या रंगाच्या वाफा (वायु) निघतांना दिसून येईल. या दोहोंचा संयोग होऊन, इतकी उष्णता उत्पन्न होते कीं त्यामुळें भुसा पेट घेऊं लागतो. (ब) एका बशींत तीव्र नैट्रिकाम्ल घ्या, व थोडेसें टरपेंटाईन त्यावर टाका. टरपेंटाईन एकदम पेट घेत असल्याचें तुम्हांस दिसून येईल.

सौम्य नैट्रिकाम्ल किंवा नैट्रेटचा विद्रव नळींत घ्या; त्यांत थोडेसें तीव्र सल्फ्यूरिकाम्ल मिसळा; नळी थंड झाल्यावर आयर्न सल्फेटचा विद्रव (Ferrous Sulphate) त्यांत सावकाश ओता. ज्या ठिकाणीं

हे दोन द्रव एकमेकांत मिसळतात, त्या ठिकाणीं पिंगट रंगाचें कडें बनलेलें तुम्हांस दिसेल. या कड्यावरून तुम्हांस नैट्रिकाम्ल किंवा नैट्रेट ओळखतां येईल. यालाच कड्याचें परीक्षण (Ring test) असें म्हणतात.

नैट्रिकाम्लाचे गुणधर्मः–वि. गु. १·५३; गोठण्याचा बिंदु– –४१·३° सें. उत्कलन बिंदु–८६° सें.

शुद्ध नैट्रिकाम्ल रंगहीन आहे; अशुद्ध आम्लाला पिंवळसर रंग साधारणपणें असतो. हवेवर उघडें ठेविलें असतां यांतून वाफा निघतात. याचा वास घेऊं लागलें तर ठसका लागतो. तीव्र आम्लाच्या अंगीं दाहक (Corrosive) गुण आहेत म्हणून याला '**ॲका फॉर्टिस**' असें म्हणतात. हें तापविलें असतां थोड्या प्रमाणांत विघटित होऊन त्यामुळें पुढीलप्रमाणें विक्रिया घडून येतेः–



$4HNO_3 = 2H_2O + 4NO_2 + O_2$

नैट्रिकाम्ल = पाणी व नैट्रिक ऑक्साइड व ऑक्सिजन्

कोणत्याही प्रमाणांत हें पाण्याशीं मिसळतें, व त्या वेळीं उष्णता उत्पन्न होते. नैट्रिकाम्ल तीव्र ऑक्सिडायझिंग एजंट आहे. यामुळेंच वाळलेल्या भुशावर हें टाकलें असतां तो पेट घेतो. कोळशाचे कांहीं तुकडे यांत टाकून तापविले असतां ते या आम्लांतील ऑक्सिजन्शीं संयुक्त होऊन, कार्बन–डाय–ऑक्साईड वायु निघूं लागतो.

दुसऱ्या पदार्थांशीं संयोग होण्यासाठीं ऑक्सिजन् मोकळा करून देण्याच्या या त्याच्या सामर्थ्यामुळेंच (Oxidising power) त्याची धातूशीं विक्रिया होत असतां हैड्रोजन् निघत नाहीं. उलट आम्लाच्या हरणक्रियेमुळें नैट्रोजन्चे किंवा त्या पदार्थाचे ऑक्साइडच मिळतात.

या आम्लांत बहुतेक सर्व धातु विद्रुत होतात. परंतु सोनें व प्लॅटिनम या धातू मात्र यास अपवाद आहेत; परंतु नैट्रिकाम्ल (भाग १) व हैड्रोक्लोरिकाम्ल (३ भाग) यांचें मिश्रण (यालाच Aqua Rajia 'जलराज' असें म्हणतात.) घेतलें तर त्यांत या धातू विद्रुत होतात. केव्हां केव्हा सराफ या आम्लानें सोन्याची परीक्षा पाहतात.

उपयोगः–(१) पुष्कळ धातूंचा विद्रव करण्यासाठीं प्रयोगशाळेंत याचा उपयोग करतात. (२) कारखान्यांतून स्फोटक पदार्थ, रंग, सल्फ्यूरिकाम्ल व नैट्रेट तयार करण्याच्या कामीं याचा उपयोग फार मोठ्या प्रमाणावर करतात. (३) तांब्याच्या भांड्यावर निरनिराळे डिझाइन कोरण्यासाठीं याचा उपयोग होतो. (४) अतिशय सौम्य आम्लाचा उपयोग औषधांतही कित्येक वेळां करतात.

कांहीं व्यवहारोपयोगी नैट्रेट

कांहीं नैट्रेटचा व्यवहारांत फार उपयोग होतो व कांहीं नित्योपयोगी जिनसा करण्याच्या कामीं कारखान्यांत वापरले जातात; म्हणून त्यांपैकीं कांहीं नैट्रेटचा या ठिकाणीं थोडासा अधिक विचार करूं.

(१) **सोडियम् नैट्रेटः**– (चिली सॉल्ट पीटर) $NaNO_3$ हा अँडीज पर्वताच्या पश्चिम उतारावर खाणींत सांपडतो. हा खाणींत सांपडलेला नैट्रेट पाण्यांत विरवितात, आणि त्याचा विद्रव वाफरूं देऊन, त्यांतून शुद्ध नैट्रेटचे स्फटिक काढून घेतात. मागें राहिलेल्या विद्रवांत, सोडियम् आयोडेट विद्रुत असलेलें सांपडतें. यापासून पुढें **आयोडिन्** तयार करतात.

हा रंगहीन स्फटिकाकृति व पाझरणारा स्थाणु पदार्थ आहे. याच्यावर उष्णतेचा काय परिणाम घडतो तें आपण आत्तांच पाहिलें आहे.

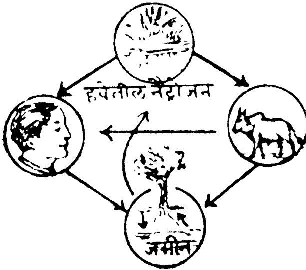
याचा खत म्हणून फार मोठ्या प्रमाणावर उपयोग होतो. शिवाय नैट्रिकाम्ल व पोटॅशिअम् नैट्रेट तयार करण्यासाठीं दरवर्षी लाखो टन् सोडियम नैट्रेटचा उपयोग करतात.

(२) **पोटॅशिअम् नैट्रेट** (नायटर, साल्टपीटर) KNO_3:– हिंदुस्थानांत प्राण्याच्या खतांच्या ढिगांत पोटॅश् (पोटॅशिअम् हैड्रॉक्साइड) मिसळून व तें मिश्रण विघटित करून पोटॅशियम् नैट्रेट तयार करतात.

सोडियम् नैट्रेटप्रमाणें हें पाझरणारें नाहीं. बंदुकीची दारू तयार करण्याच्या कामीं याचा उपयोग करतात. ही तयार करतांना त्यांत नैटरबरोबर गंधक व लोणारी कोळशाची पूड व पाणी मिसळावें लागतें. या

मिश्रणांत नैटर ७५ भाग, कोळसा १४ भाग, गंधक १० भाग व पाणी १ भाग असतें. याशिवाय नैट्रिक् आम्ल तयार करण्यासाठींसुद्धां याचा उपयोग करतात. शोभेची दारू व विशेषत: ती उडवितांना निरनिराळे रंग दाखवावयाचे असल्यास, नैटर वापरावा लागतो. औषधांतसुद्धां हा वापरतात.

चांदीचा नैट्रेट ($Ag\ NO_3$.) याच्या लहान लहान कांड्या तयार करतात; त्यांना ल्यूनर कॉस्टिक असें म्हणतात. डोळयांत खुपऱ्या झाल्या असतां, याची कांडी खुपऱ्यावरून फिरवितात; किंवा याच्या सौम्य विद्रवाचे १।२ थेंब डोळयांत टाकतात. सर्जरीमध्यें सुद्धा याचा उपयोग होतो. या कांड्यांचा अगर त्यांच्या विद्रवाचा कातडीवर काळा डाग पडतो म्हणून याचा खुणा करण्याची शाई (Marking ink) बनविण्यासाठीं उपयोग करतात.



आकृति ७७.

तूर किंवा वाटाणा या जातीच्या वनस्पती व प्राणी हवेंतील नैट्रोजनूचा प्रत्यक्ष वा अप्रत्यक्ष उपयोग करतात. प्राणी किंवा वनस्पती यांच्यापासून निकामी होऊन बाहेर पडलेल्या पदार्थांपासून वनस्पतींना नैट्रोजन् मिळतो. शेवटीं सर्व सेंद्रिय संयुग जमिनींत विघटित होतात व परत हवेंत नैट्रोजन् सोडून देतात.

सृष्टींतील नैट्रोजन् चक्र

(Nitrogen cycle)

पदार्थ अविनाशी आहेत, याचें उत्तम उदाहरण सृष्टींतील नैट्रोजनच्या संसरणांत दिसून येतें.

सर्व सजीव पदार्थ किंवा त्यापासून बाहेर टाकले जाणारे निरुपयोगी पदार्थ यांमध्यें दुसऱ्या मौलांशीं संयुक्त असलेला नैट्रोजन् आढळून येतो. झाडें किंवा प्राणी कुजत असतांना त्यांच्यामध्यें असलेले नैट्रोजन्–युक्त संयुग जंतूंकडून विघटित केले जातात; व त्यामुळें जे वेगवेगळे पदार्थ बनतात त्यांत अमोनिया हाही बनत असतो. हवेंतील ऑक्सिजन् घेऊन,

व त्याचा या अमोनियाशीं संयोग करवून नैट्राईट बनविण्याचें कार्य दुसऱ्या प्रकारच्या जंतूंकडून चाललें असतें. या नैट्राईटचें नैट्रेटमध्यें रूपांतर करवून देण्याचें कार्य आणखी एका प्रकारचें जंतू करीत असतात. जमिनीच्या पाण्यांत हे नैट्रेट विरतात, आणि त्याचा विद्रव झाडाच्या अगर वनस्पतीच्या मुळ्या शोषून घेतात वनस्पती वाढतात तेव्हां जी एक विशिष्ट क्रिया चालू असते, त्यामुळें या नैट्रेटचें प्रोटीन्समध्यें रूपांतर होतें. प्रोटीन्स असलेल्या वनस्पति मनुष्याच्या खाण्यांत येतात. त्यामुळें ते प्राण्याच्या शरीराचा भाग बनतात. याप्रमाणें प्राण्याच्या शरीराच्या वाढीला लागणारा प्रोटीन(नैट्रोजन्‌युक्त)चा पुरवठा मिळण्याची सृष्टींत परमेश्वरानें व्यवस्था केली आहे.

हें झालें प्राण्यांना नैट्रोजन् मिळवून देणाऱ्या जंतूंचें कार्य! आणखी दुसऱ्या प्रकारचे जे जंतू जमिनींत असतात, त्यांचें याच्या उलट कार्य चालू असतें. ते नैट्रेटमधील नैट्रोजन मोकळा करीत असतात. अशा प्रकारें मोकळा झालेला नैट्रोजन् कांहीं प्रमाणांत जमिनीकडे दोन मार्गांनीं येत असतो. वातावरणांत विजा होऊन पाऊस पडत असतो तेव्हां हवेंतील नैट्रोजनचें नैट्रिकाम्लामध्यें रूपांतर होतें आणि तें पावसाच्या पाण्याच्या द्वारें जमिनींत येतें. वाटाण्यासारख्या कांहीं वनस्पती हवेंतील नैट्रोजन् सरळ काढून घेऊं शकतात. याचें कारण, त्यांच्या मुळांशीं लहान गांठी (Nodules) सारखे असलेले भाग होत. या गांठी म्हणजे जंतूंचीं घरेंच होत. हे जंतू हवेंतील नैट्रोजनचें वनस्पतींना लागणाऱ्या अन्नामध्यें रूपांतर करूं शकतात.

याप्रमाणें नैट्रोजनचा जमिनींना जरी पुरवठा होत असला, तरी तो अपुराच पडतो. कारण, ज्या वनस्पतींकडून वर सांगितलेली हवेंतील नैट्रोजन काढून घेण्याची क्रिया चालू असते; त्यावरील पीक काढून घेतांना, त्या वनस्पती उपटून टाकाव्या लागतात; म्हणून हा नैट्रोजनचा तुटवडा भरून काढण्यासाठीं सोडियम् नैट्रेट किंवा दुसरीं खतें पेरणी करण्यापूर्वी जमिनी नांगरतांना पसरण्याची व्यवस्था करावी लागते.

या प्रकरणांतील महत्वाच्या गोष्टींचा सारांश.

(१) नैट्रोजन् वायु तयार करण्याची रीतः-(अ) हवे-पासून इतर वायु वेगळे करून. (ब) अमोनियम् क्लोराइड व सोडियम् नैट्राइट यांचें मिश्रण सारख्या प्रमाणांत तापवून.

(२) हा वायु रंगहीन, रुचिहीन, वासरहित असून पाण्यांत फार थोड्या प्रमाणांत विद्राव्य आहे. यांत पदार्थ जळत नाहींत, प्राणी जगत नाहींत. हवेंत ऑक्सिजन् नैट्रोजनशीं मिसळल्यानें, त्याची तीव्रता कमी झाली आहे. म्हणून यास निष्क्रिय वायु असें म्हणतात.

(३) अमोनिया वायुः-(अ) हैड्रोजन् व नैट्रोजन् यांच्या संयोगानें तयार होतो. (ब) नवसागरांत ओला चुना कालविला असतां हा वायु निघतो. (क) अमोनियाचा विद्रव तापवूनसुद्धां हा वायु मिळवितां येतो.

(४) या वायूला तीव्र वास आहे. यानें तांबडा लिटमसचा कागद निळा होतो. अमोनिया व हैड्रोक्लोरिकाम्ल यांचा संयोग होऊन नवसागर तयार होतो. द्रवरूप अमोनियाचा पाण्याचें बर्फांत रूपांतर करण्याकडे उपयोग करतात. याच्या योगानें कपड्यावरील तेलकट डाग काढतां येतात. याचा विशेष उपयोग 'कृत्रिम खतें' तयार करण्याकडे होतो.

अमोनियाचीं कांहीं लवणें:-(१) नवसागर (२) स्मेलिंग सॉल्ट (अमोनियम कार्बोनेट.) (३) अमोनियम् सल्फेट.

(५) नैट्रिकाम्ल हें पोटॅशिअम् नैट्रेट व सल्फ्यूरिकाम्ल यांच्या मिश्रणाच्या उर्ध्वपातनानें तयार करतात. हें रंगहीन असून तीव्र असलें तर दाहक असतें. हें तीव्र 'ऑक्सिडायझिंग एजंट' असून, कोळशाचे कांहीं तुकडे यांत टाकून तापविले तर आम्लांतील ऑक्सिजनशीं संयुक्त होतात. बहुतेक सर्व धातू यांत विद्रुत होतात.

(६) स्फोटकारक पदार्थ, रंग, सल्फ्यूरिकाम्ल व कांहीं नैट्रेट तयार करण्याच्या कामीं याचा उपयोग होतो. याचीं खालील लवणें औद्योगिक क्षेत्रांत फार उपयोगी आहेत. (१) सोडियम नैट्रेट (२) पोटॅशिअम् नैट्रेट (३) सिल्व्हर नैट्रेट.

सृष्टींतील नैट्रोजन चक्र (Nitrogen Cycle)

(७) कुजत असलेल्या पदार्थांतील (झाडें किंवा प्राणी) नैट्रोजनयुक्त संयुग जंतूकडून विघटित होतात, व शेवटीं नैट्रेटमध्यें त्यांचें रूपांतर होतें. हे नैट्रेट जमिनींतील पाण्यांत विरतात व झाडाच्या मुळ्यांकडून शोषले जातात; व त्यांचें प्रोटीन्मध्यें रूपांतर होतें. या वनस्पती मनुष्याच्या खाण्यांत येतात व त्यांच्या शरीराचा भाग बनतात. या चक्राची कल्पना आकृती ७७ वरून येईल.

प्रश्न

(१) तुम्हांला हवेपासून नैट्रोजन् कसा वेगळा करतां येईल ? यामध्यें दुसरा एकादा वायु मिसळलेला असावा हें शास्त्रज्ञांना कसें कळलें ?

(२) हवेंतील नैट्रोजन् वनस्पतींना कसा पुरवितात त्याचें वर्णन करा. (१९२४ मुं. वि. वि.)

(३) शास्त्रीय दृष्टीनें पुढील विधानाचें स्पष्टीकरण कराः—

नैट्रोजन् हा निष्क्रिय वायु आहे. हवेमध्यें हा वायु शेकडा ७८ भाग आहे. तरीसुद्धां ही हवा ज्वलनाला मदत करते.

(१९२५–१९३६ मुं. वि. वि.)

(४) हवेपासून हा वायु वेगळा करण्याच्या रीतींपैकीं एक रीत सांगा. वनस्पतीकडून हा वायु कसा उपयोगांत आणला जातो ?

(१९३२ मुं. वि. वि.)

(५) (अ) तीव्र नैट्रिकाम्लामध्यें तांब्याचें नाणें टाकलें असतां कोणती विक्रिया होईल ? समीकरण द्या. (१९२३ मुं. वि. वि.)

(ब) तुम्हांला एक चांदीचें नाणें दिलें तर त्यांत तांबें मिसळल्याचें तुम्ही कसें दाखवाल ?

(६) अमोनिया वायु व हैड्रोक्लोरिकाम्ल वायु एकत्रित आणले तर कोणती विक्रिया होईल ? समीकरण द्या. (१९३१ मुं. वि. वि.)

(७) नैट्रिकाम्लाचे गुणधर्म सांगा; अमोनियम् क्लोराइड व सल्फेट यांचे उपयोग कोणते ? (१९३२ मुं. वि. वि.)

(८) ऑक्सिडायझिंग एजंट कोणास म्हणतात ? नैट्रिक आम्लाची या प्रकारची एकादी विक्रिया सांगा.

(९) सोडियम् हैड्रॉक्साइडवर नैट्रिकाम्लाचें कोणतें रासायनिक कार्य होतें ? त्यापासून कोणतें लवण बनतें ? समीकरण द्या. त्या लवणाचा उपयोग काय तें सांगा. (१९३४ मुं. वि. वि.)

(१०) पुढील वायु नळकांड्यांत जमवून ठेविले आहेत. तुम्ही ते कसे ओळखाल ?

(१) अमोनिया (२) हैड्रोजन् (३) ऑक्सिजन् (४) कार्बन-डायऑक्साइड (५) नैट्रोजन्.

(११) अमोनिया वायु पाण्यांत विद्राव्य आहे हें दाखविण्यासाठीं एखादा मनोरंजक प्रयोग तुम्ही कसा कराल ?

(१९३६ मुं. वि. वि.)

(१२) मौलांच्या एकीकरणानें 'हेबरनें' अमोनिया वायु कसा तयार केला ? या वायूचा कोणत्या औद्योगिक क्षेत्रांत उपयोग होतो ?

प्रकरण १५ वें

क्लोरिन्, हैड्रोक्लोरिकाम्ल व विरंजक चूर्ण.

रासायनिक दृष्टीनें एकमेकांना संबंधित असलेलीं क्लोरिन्च्या वर्गांतील आणखी तीन मौलें आहेत; म्हणून या चारी मौलांना—फ्ल्यूरिन्, क्लोरिन्, ब्रोमिन् व आयोडिन्—हॅलोजन् (लवण बनविणारे) असें म्हणतात. कारण, यांचा धातूशीं प्रत्यक्ष संयोग होऊन लवणें बनतात. या वर्गांतील पहिला फ्ल्यूरिन् हा पिवळसर रंगाचा वायु आहे व सर्वांपेक्षां अधिक क्रियाशील आहे. या त्याच्या धर्मामुळें तो मौलाच्या स्थितींत वेगळा काढणें फार दिवस अशक्य झालें होतें. दुसरा ब्रोमिन् हा पाऱ्याप्रमाणें द्रवरूप आहे. आयोडिन् स्फटिकाकृति जांभळ्या रंगाचा स्थाणुरूप आहे; व क्लोरिन् हा फिक्या हिरवट रंगाचा वायु आहे. यांचा एक वर्ग करण्याचें कारण त्यांचे गुणधर्म जवळ जवळ एकाच स्वरूपाचे आहेत. त्यापैकीं क्लोरिन् वायूचे गुणधर्म व उपयोग यांचा आपण येथें अधिक विचार करूं. कारण हा व याचीं कांहीं लवणें यांचा व्यवहारांत फार उपयोग आहे.

क्लोरिन्

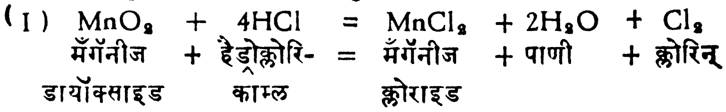
शील या स्वीडिश् रसायन शास्त्रज्ञानें हैड्रोक्लोरिक् आम्लाचे मॅंगनीज—डाय—ऑक्साईडवर काय परिणाम होतात हें पाहात असतां, या वायूचा शोध लाविला. मॅंगनीज—डाय—ऑक्साईडचें म्युरिॲटिक् आम्लावर (हैड्रोक्लोरिक् आम्ल) रासायनिक कार्य होऊन, त्यांतील फ्लॉजिस्टन् निघून गेल्यानें हा हिरवट रंगाचा वायु निघाला असावा असें त्यास वाटलें. शील हैड्रोजन्ला फ्लॉजिस्टन् समजत असल्यानें त्याची ही कल्पना बरोबर होती. डेव्ही यानें पुढें इ. १८१० मध्यें जें संशोधनकार्य केलें, त्यावरून हा वायु मौल असल्याचें त्याला कळून आलें. त्यानें या वायूला क्लोरिन् (क्लोरस=हिंरवट) असें नांव दिलें.

क्लोरिन् स्वतंत्रावस्थेंत सृष्टींत सांपडत नाहीं. परंतु मिठाच्या रूपानें (सोडियम् क्लोराईड NaCl) समुद्रांत किंवा खाणींतही सांपडतो.

पोटॅशियम् व मॅग्नेशियम् या दोन धातूंबरोबर संयुक्तावस्थेंत कार्नेलाईट म्हणून, ($KCl, MgCl_2 \cdot 6H_2O$) जर्मनीमध्यें स्टॅफुर्ट येथील खाणींतही हा सांपडतो.

प्रयोग ७८ वा:–कांहीं ऑक्सिडायझिंग एजंटचें (आपला ऑक्सिजन् मुक्त करून त्याचा दुसऱ्या पदार्थाशीं संयोग होऊं देणाराचें) **हैड्रोक्लोरिकाम्लावर काय कार्य होतें तें तपासणें:–**

पुढील पदार्थांवर हैड्रोक्लोरिकाम्ल टाकून त्यावर काय विक्रिया होते तें काळजीपूर्वक पहा. (१) मॅंगॅनीज–डायॉक्साइड, (२) पोटॅशिअम् परमॅंगॅनेट. विक्रिया सुरूं होण्यासाठीं पहिली नळी स्पिरिटच्या दिव्यावर तापवा; दुसरींत आम्ल टाकल्याबरोबर वायु निघतो कां पहा. पुढील समीकरण पहा:–

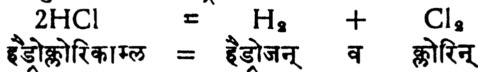


(पोटॅशिअम् परमॅंगॅनेटची विक्रिया शिक्षकानें वाटल्यास समजावून सांगावी.)

(१) वायूला रंग व वास आहे काय ? (२) नळींतून येणाऱ्या वायूवर निळा अगर तांबडा लिटमसचा कागद धरा. त्याच्यावर काय परिणाम होतो ? या वायूचा रंग फिकट हिरवा असून, त्याला वासही उग्र आहे. यानें लिटमसचा कागद पांढरा होतो. या वायूचें नांव **क्लोरिन्.**

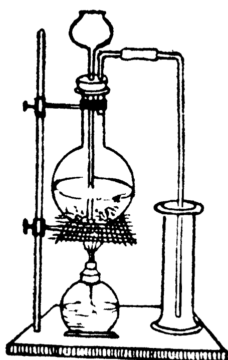
तयार करण्याची रीत

(१) विद्युत्–सहायानें हैड्रोक्लोरिकाम्ल विघटित करून;



(२) मोठ्या प्रमाणावर क्लोरिन् तयार करावयाचा झाल्यास मीठ व मॅंगॅनीज–डायॉक्साइडचे मिश्रणावर सल्फ्यूरिकाम्लाची विक्रिया होऊं देतात.

प्रयोग ७९ वा:––एका चंबूत मॅंगॅनीज–डायॉक्साइड व मीठ यांचें मिश्रण घ्या; व त्या चंबूला लांब नळीचें फनेल व



आकृति ७८.

वायुवाहक नळी बसवा. [सूचनाः-क्लोरिनची रबरावर विक्रिया होत असल्यानें वायुवाहक नळी कांचेची वापरावी.] फनेलूचें टोंक आम्लाखालीं राहिलें पाहिजे. चंबू सावकाश तापवा. कांहीं वेळानें क्लोरिन् वायु निघूं लागेल. परंतु त्यांत थोडासा हैड्रोक्लोरिकाम्ल वायूही मिसळलेला असतो. परंतु, नंतर कांहीं वेळानें क्लोरिन् निघतो. हवेपेक्षां जड असल्यामुळें, नळकांडें सरळ उभें ठेवूनच हा वायु जमा करा. [हा वायु पाण्यावर कां जमा करतां येत नाहीं ?]

पुढीलप्रमाणें विक्रिया होऊन हा वायु मिश्रणापासून निघतो:—



$$2NaCl + 2H_2SO_4 + MnO_2 = MnSO_4 + Na_2SO_4 + 2H_2O + Cl_2$$

मीठ + सल्फ्यू. आम्ल + मँगॅनीज डायॉक्साइड = मँगॅनीज सल्फेट + सोडियम् सल्फेट + पाणी + क्लोरिन्

पांच सहा नळकांडीं याप्रमाणें वायूनें भरल्यावर त्याचे गुणधर्म पहाण्यासाठीं पुढीलप्रमाणें प्रयोग करा:--

(१) वायूस रंग, वास व चव आहेत काय ?

(२) नळींतून वायू निघत असतां तिच्या टोंकाजवळ पेटलेली मेणबत्ती आणा. वायु हैड्रोजनप्रमाणें जळतो काय ?

(३) नळींत थोडेसें पाणी घेऊन त्यांत वाहक नळीचें टोंक बुडवा. याप्रमाणें थोडा वेळ वायूस पाण्यांत जाऊं दिल्यावर या पाण्याचें दोन्ही रंगाच्या लिटमसच्या कागदावर काय कार्य होतें तें पहा. दोन्हीही कागद पांढरे होतात असें दिसून येईल. नुसत्या पाण्यानें हेंच कार्य कागदावर झालें असतें काय ?

(४) वायूनें भरलेलें एक नळकांडें पाण्यांत उपडें करून ठेवा. त्यांत पाणी चढतें काय ? चढत असल्यास काय म्हणून ?

(५) एका वायुपात्रांत लिटमसचे कागद, हिरवीं पानें, रंगीत फुलें, रंगीत कपडा, वर्तमानपत्राचा तुकडा ओला करून टाका. या सर्वांवर वायूचे काय परिणाम होतात ?

(६) थोडीशी कॅलशिअम्–क्लोराइडची पूड नळकांड्यांत टाकून तें हालवा. यामुळें क्लोरिन् वायु कोरडा होईल. यांत पूर्वीप्रमाणें (प्रयोग ५) रंगीत पदार्थ टाका. यावर काय परिणाम घडून येतो ? रंग बदलतो काय ?

(७) जाळणींत एक मेणबत्तीचा तुकडा बसवून तो पेटवा; व नळकांड्यांत सोडा. ज्योत ताबडतोब विझते कां तशीच राहते ? रहात असल्यास ती कशी दिसते ? ती विझल्यावर मेणबत्ती बाहेर काढा व नळकांडें थोडा वेळ झांकून ठेवा. झांकण काढल्यावर पांढऱ्या रंगाच्या वाफा बाहेर पडूं लागतात काय ? या वाफेंत लिटमसचा कागद धरा. या वाफा कशाच्या असल्या पाहिजेत ?

(८) टरपेंटाइनमध्यें बुडविलेला कागद पेटवून नळकांड्यांत सोडा. याही वेळीं काळा धूर व पांढऱ्या वाफा उत्पन्न होतात काय ? या पांढऱ्या वाफेंत लिटमसचा कागद धरा. त्याच्यावर काय परिणाम होतो ? या वाफा कशाच्या असाव्यात ?

(९) क्लोरिनचा विद्रव तयार करून त्यांत लिटमसचा कागद टाका; क्लोरिनप्रमाणें त्याच्या विद्रवांतही रंगहारक गुणधर्म आहेत काय ?

(१०) पुस्तकाचें एक पान घेऊन त्यावर थोडीशी शाई टाका. ती चांगली वाळली म्हणजे तें पाण्यानें ओलें करून या वायूनें भरलेल्या पात्रांत सोडा. दोन्ही प्रकारच्या शाईवर काय परिणाम घडून येतो ? छापलेल्या अक्षरांवर कांहींच परिणाम होत नाहीं; फक्त शाईचे डाग मात्र नाहींसे होतात.

(११) हैड्रोजन् तयार करून तो शुद्ध स्वरूपांत येऊं लागल्यावर त्याची ज्योत क्लोरिननें भरलेल्या नळकांड्यांत धरा. हैड्रोजन् या वायूंत जळतो काय ? नळकांड्यांतील वायूचा रंग नाहींसा झाल्यावर हैड्रोजन्च्या नळीचें टोंक बाहेर काढून घ्या. नंतर आंतील वास घ्या. पूर्वी येणाऱ्या वासांत व या वासांत कांहीं फरक आहे काय ? दोन्ही लिटमसचे कागद पात्रांत टाका. त्यावर काय परिणाम घडून येतो ?

(१२) ॲंटिमनी, लोखंड, तांबें या धातूंचा कीस तापवून व फॉस्फरस् व सोडियम् या धातू पेटवून वेगवेगळ्या या वायूंत धरा. त्या जळतात कां विझतात ?

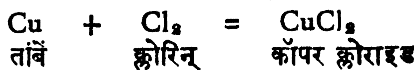
(१३) निखारा जाळणींत ठेवून तो वायुपात्रांत धरा. तो जळतो कां विझतो ?

(१४) सोन्याचा वर्ख क्लोरिनच्या विद्रवांत टाका. त्याच्यावर काय परिणाम होतो ?

क्लोरिन् वायूचे गुणधर्म:–परिमाणू–भार ३५, अणुभार ७०, दाढर्य (हवा=१) २·५, वितळण्याचा बिंदु–१०२° सें. उत्कलन बिंदु–३३° सें. आहे.

कायिक–क्लोरिनवायु हा पारदर्शक आहे याचा रंग फिकट हिरवा असून यास पिवळया रंगाची झांक मारते. ह्याचा वास सहन होत नाहीं. घसा खवखवल्यानें ताबडतोब मनुष्य ठसकूं लागतो. इतक्यावरही अधिक वेळपर्यंत हुंगला तर त्यानें मृत्यु येतो. महायुद्धांत जर्मनीनें या वायूचा विषारी वायु म्हणून उपयोग केला होता. त्यामुळें पुष्कळसे शिपाई मेले व कांहीं जन्माचे अधु झाले. परंतु अतिशय थोड्या प्रमाणांत या वायूचें खोलींतील हवेमध्यें संसरण होऊं दिलें तर, त्यामुळें हवेला एक प्रकारचा सुवास येऊं लागतो. हा वायु पाण्यांत विद्राव्य आहे; म्हणून हैड्रोजन-प्रमाणें तो पाण्यावर जमा करतां येत नाहीं. हा हवेपेक्षां सुमारें २॥ पट जड आहे. अधःसरण पद्धतीनें हा हवेवरच जमा करतात.

रासायनिक–हा स्वतः हैड्रोजनप्रमाणें जळत नाहीं. परंतु कांहीं पदार्थ यांत जळूं शकतात. हा ऑक्सिजनपेक्षांही अधिक क्रियाशील आहे; किंबहुना माहित असलेल्या सर्व मौलांमध्यें हाच अधिक क्रियाशील आहे. तापविलेलें लोखंड, तांबें, सोडियम् इ. पदार्थ या वायूमध्यें सोडले असतां, ते त्याशीं संयोगित होतात. सोडियम् तर जळूंच लागतो, बाकीचे नुसते तापून लाल होतात. याप्रमाणें बनलेल्या संयुगांना क्लोराइड असें म्हणतात. कार्बन् मात्र यांत जळूं शकत नाहीं.



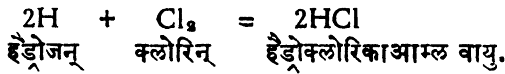
$$Cu + Cl_2 = CuCl_2$$

तांबें क्लोरिन् कॉपर क्लोराइड



$$2Na + Cl_2 = 2NaCl.$$

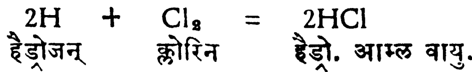
सोडियम् क्लोरिन् मीठ



$$2H + Cl_2 = 2HCl$$

हैड्रोजन् क्लोरिन् हैड्रोक्लोरिकाआम्ल वायु.

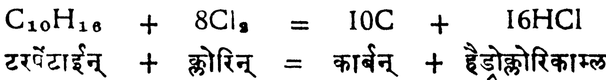
सारख्या प्रमाणांत क्लोरिन् व हैड्रोजन् वायु एकत्र मिसळून, जळत्या मेणबत्तीची ज्योत जर या मिश्रणाजवळ आणली तर मोठा स्फोट होऊन दोन्हीही वायु संयोगित होतात.



$$2H + Cl_2 = 2HCl$$

हैड्रोजन् क्लोरिन हैड्रो. आम्ल वायु.

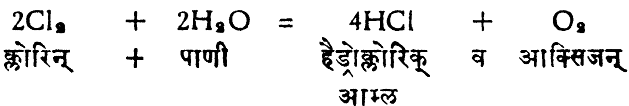
मेणबत्तीच्या मेणाचे किंवा टरपेंटाइनचे हैड्रोजन् व कार्बन् असे दोन घटक असतात. हैड्रोजन् क्लोरिनशीं संयुक्त होऊन हैड्रोक्लोरिक् आम्ल वायु बनतो. हा संयोग होतांना उत्पन्न होणाऱ्या उष्णतेमुळे मेणबत्ती, टरपेटाईन् जळत राहते व धुराच्या रूपानें कार्बन बाहेर पडतो. यावरून क्लोरिन् व हैड्रोजन् यांचें एकमेकाबद्दल किती आकर्षण आहे हें दिसून येतें.



$$C_{10}H_{16} + 8Cl_2 = 10C + 16HCl$$

टरपेंटाईन् + क्लोरिन् = कार्बन् + हैड्रोक्लोरिकाम्ल

क्लोरिनच्या पाण्यानें भरलेली बाटली सूर्यप्रकाशांत कांहीं तास ठेवली तर, क्लोरिन्, पाणी विघटित करून, त्याच्या हैड्रोजन घटकाशीं संयुक्त होतो. व हैड्रोक्लोरिक् आम्ल बनतें; व ऑक्सिजन् मोकळा होतो. प्रयोगशाळेतील क्लोरिन्च्या पाण्यांत केव्हां केव्हां ऑक्सिजन् आढळून येतो त्याचें कारण हेंच होय.



$$2Cl_2 + 2H_2O = 4HCl + O_2$$

क्लोरिन् + पाणी हैड्रोक्लोरिक् आम्ल व आक्सिजन्

विशेष गुणधर्म

रंगीत पदार्थांचा रंग नाहींसा करणें, हा या वायूचा विशेष धर्म आहे. रंगीत पदार्थ ओले करून या वायूंत धरले असतां त्यांचा रंग नाहींसा होतो. कोरड्या वायूंत कोरडे रंगीत पदार्थ टाकले असतां त्यांचे

रंग नाहींसे होत नाहींत. या विक्रियेमध्यें क्लोरिन् वायु पाण्यांतील हैड्रोजनशीं संयुक्त होतो आणि ऑक्सिजन् मोकळा सोडतो. हा मुक्त *(Nascent) ऑक्सिजन् रंगीत पदार्थांतील रंगाबरोबर संयुक्त होऊन त्याला रंगहीन करतो. म्हणून ही विरंजन् क्रिया, ऑक्सिडेशन्मुळें घडून येते असें दिसतें. परंतु फक्त वनस्पतींपासून तयार केलेले रंगच क्लोरिनमुळें नाहींसे होतात. खनिज पदार्थांपासून तयार केलेले रंग–उ० छापण्याची काळी शाई–या वायूनें नाहींसे होत नाहींत. पदार्थांचे रंग नाहींसे करण्याच्या या क्रियेला विरंजन (Bleaching action) क्रिया असें म्हणतात.

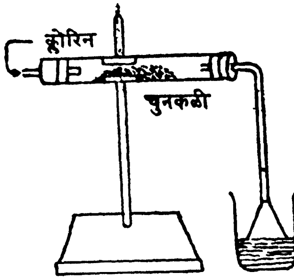
क्लोरिन् वायु उपयोगासाठीं मिळविण्याचे प्रकारः–क्लोरिन् वायूचा व्यवहारांत निरनिराळ्या कारणांसाठीं जरी उपयोग होत असला, तरी हा पारदर्शक हिरवट रंगाचा वायु वापरणें फार धोक्याचें आहे. द्रवरूप क्लोरिन् व विरंजक चूर्ण (Bleaching Powder) या दोन स्वरूपांतही त्याचा उपयोग होऊं शकतो. खूप दाब उत्पन्न करून क्लोरिन्ला द्रवरूप देतां येतें; अशा स्थितींत दणकट लोखंडी पिपांत भरून तो कारखान्यांतून उपयोगासाठीं रवाना करतात. विरंजन क्रियेसाठीं याचा तितकासा उपयोग करीत नाहींत.

क्लोरिन्चे उपयोगः–विरंजक चूर्ण तयार करण्यासाठीं तर क्लोरिन् वायूचा उपयोग करतातच; शिवाय, दुसऱ्या अनेक कारणांसाठीं याचा उपयोग होतो. कागद तयार करण्यासाठीं लांकडाचा लद्दा (Pulp) उपयोगांत आणतात. त्यांतील रंगीत द्रव्यें रंगहीन करण्यासाठीं द्रवरूप क्लोरिन् वापरतात. शहरांतील पाणीपुरवठा शुद्ध करण्यासाठींही याचा उपयोग होतो. या वायूच्या तीव्र विक्रियेमुळें क्लोराइड जातीचे संयुग किंवा क्लोरोफॉर्मसारखीं औषधीं द्रव्यें तयार करण्याच्या कामीं हा वायु उपयोगी पडतो.

---

* टीपः–हा मुक्त (Nascent) ऑक्सिजन् हवेंतील ऑक्सिजन्पेक्षां अधिक क्रियाशील असतो. संयुग विघटित होऊन मोकळ्या झालेल्या ऑक्सिजन् व हैड्रोजन् यांस मुक्त असें म्हणतात.

विरंजक चूर्ण (Bleaching Powder CaO Cl.2) चुनकळीचा क्लोराइड



आकृति ७९.

आकृतीमध्यें दाखविल्याप्रमाणें कोरड्या चुनकळीवरून क्लोरिन् वायु जाऊं दिला म्हणजे विरंजक चूर्ण नांवाचा एक संयुग बनतो. शोषला न गेलेला क्लोरिन् फुकट जाऊं नये म्हणून दुसऱ्या बाजूच्या नळीला गाळणी जोडून तो कॉस्टिक् सोड्याच्या विद्रवांत शोषून घेतात.



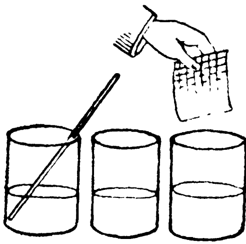
$$Ca(OH)_2 \quad + \quad Cl_2 \quad = \quad CaOCl_2 \quad + \quad H_2O$$

कळीचा चुना + क्लोरिन्   विरंजक चूर्ण व   पाणी

कित्येक कारखान्यांत क्लोरिन् दुय्यम पदार्थ (Bi-Product) म्हणून निघतो. विरंजक चूर्ण तयार करण्यासाठीं त्या ठिकाणीं शिशाच्या पत्र्यांनीं मढविलेले पुष्कळसे बंद कप्पे (Chambers) तयार करतात. त्या कप्प्यांत चुना पसरून नांगरलेल्या जमिनीप्रमाणें त्याच्या थरांत चर पाडतात. त्यांत क्लोरिन् पूर्णपणें शोषला गेला म्हणजे, त्याचा प्रवाह बंद करतात; आणि चुन्याच्या थरांतील थर बुझवितात. पुन्हां क्लोरिन् सोडून क्लोरिननें चुना पूर्णपणें संपृक्त करतात. याप्रमाणें तयार झालेला पदार्थ विरंजक चूर्ण (ब्लीचींग पावडर) म्हणून बाजारांत विकलें जातें. विशिष्ट वजनाच्या चूर्णामधून जितका अधिक क्लोरिन् बाहेर पडत असेल, त्यावर त्याची किंमत अवलंबून असते. विरंजक चूर्णाला नेहमीं क्लोरिनचा वास येत असतो.

विरंजक चूर्णानें रंग नाहींसा करण्याची कृति-कापूस, ताग वगैरे वनस्पतींपासून काढलेल्या धाग्यांना काळसर रंग असतो. हा त्याचा रंग नाहींसा करून–ओपवून–ते बर्फाप्रमाणें पांढरे शुभ्र करावयाचे असतात. रंग नाहींसा करण्याची विक्रिया पुढीलप्रमाणें करतात.

प्रयोग ८० वा:–अ हें कांचपात्र अर्धें पाण्यानें भरून घेऊन त्यांत थोडेसें विरंजक चूर्ण टाकून, तें कांचेच्या कांडीनें



चांगलें ढवळा. दुसऱ्या ब पात्रांत थोडेसें सौम्य सल्फ्यूरिकाम्ल घ्या. रंगीत कापडाचा तुकडा प्रथम 'अ' पात्रांत बुडवून नंतर ब पात्रांत बुडवा. याप्रमाणें चांगलें दहा पांच वेळां करा. लवकरच तो तुकडा

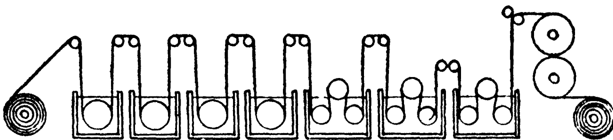
आकृति ८०

पांढरा होत असलेला दिसेल. याप्रमाणें रंग जाण्याची क्रिया पूर्ण झाल्यावर क पात्रांत घेतलेल्या पाण्यांत तो स्वच्छ धुवून काढा.

प्रथम आपण जेव्हां रंगीत कापडाचा तुकडा अ पात्रांत बुडवितों, तेव्हां त्यावर विरंजक चूर्णाचा पातळ थर बसतो. पुढें तो ब पात्रांतील सौम्य आम्लांत बुडविल्यावर, त्याची आम्लाशीं विक्रिया होऊन क्लोरिन् वायु बाहेर पडतो; व तोच रंग नाहींसा करण्याचें कार्य करतो.

कापडाच्या गिरण्यांत कापडांचा रंग नाहींसा कसा करतात ?

वर सांगितलेल्या रीतीनें गिरण्यांमधून रंग नाहींसा करण्याकडे या चूर्णाचा उपयोग करतात. ज्या कापडांचा रंग नाहींसा करावयाचा



आकृति ८१.

असेल, त्यांचीं टोकें एकत्र शिवतात व 'र' या रुळावर गुंडाळतात. (आ. ८१ पहा.) नंतर रूळ फिरविल्यावर कापड 'अ' 'ब' अशा प्रकारें ठेवलेल्या मोठाल्या पात्रांतून सावकाश सरकत राहतें. अ पात्रांत विरंजक चूर्ण व ब पात्रांत सौम्य सल्फ्यूरिकाम्ल असतें. तसेंच क पात्रांत अधिक मोकळा झालेला क्लोरिन् शोषून घेण्यासाठीं कॉस्टिक सोड्याचा

सौम्य विद्रव ठेवलेला असतो. त्यांतून पुढें सरकल्यावर ड, ड या पात्रांतील शुद्ध पाण्यांत कापड धुऊन निघतें. प, प या रूळांमधून जातांना कापड चांगलें पिळून निघतें. पुढें फ या मोठ्या रूळावरून गुंडाळलें जाण्यापूर्वी कढत वाफा सोडून तें वाळवितातही.

हैड्रोक्लोरिकाम्ल

पूर्वीच्या अरब लोकांना या आम्लाची थोडीबहुत माहिती असावी असें दिसतें; परंतु या शुद्ध आम्लाच्या शोधाचें श्रेय **व्हॅलंटाइन्** नांवाच्या गृहस्थाकडे (१६४४ इ. स.) दिलें जातें. नंतर चार वर्षांनीं **ग्लोबर** नांवाच्या शास्त्रज्ञानें सल्फ्यूरिकाम्ल व मीठ एकत्र तापवून हें आम्ल बनविलें. परंतु **प्रीस्टले** यानेंच प्रथम हा वायु पाऱ्यावर अधःसारण पद्धतीनें जमा केला; व त्याला त्यानें (Muriatic acid air) असें नांव दिलें. हें नांव सुचण्याचें कारण, समुद्राच्या पाण्यांत सांपडणाऱ्या मिठापासून हा आम्ल वायु तयार करतां येतो.

हा वायु तयार होतांना पुढीलप्रमाणें विक्रिया होतेः—

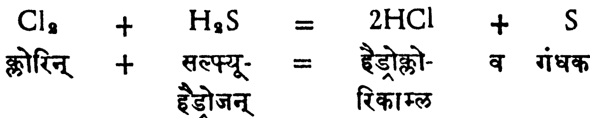


$$NaCl + H_2SO_4 = NaHSO_4 + HCl$$

मीठ (सोडियम् क्लोरा.) + सल्फ्यू-रिकाम्ल = सोडियम् हैड्रोजन् सल्फेट व हैड्रोजन् क्लोराइड

हैड्रोक्लोरिकाम्ल कसें तयार करतात ?

(१) सल्फ्यूरेटेड–हैड्रोजन्, क्लोरिन्च्या पाण्यांत सोडला असतां, क्लोरिन् सल्फ्यूरेटेड–हैड्रोजन्मधील हैड्रोजन् वेगळा करून त्याच्याशीं संयुक्त होतो, व गंधक वेगळा होतो. पुढील विक्रिया पहाः—

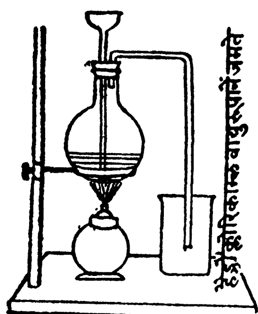


$$Cl_2 + H_2S = 2HCl + S$$

क्लोरिन् + सल्फ्यू-हैड्रोजन् = हैड्रोक्लो-रिकाम्ल व गंधक

(२) परंतु नेहमींची पद्धत म्हणजे तीव्र सल्फ्यूरिकाल्माचें मिठावर रासायनिक कार्य होऊं देणें. ही क्रिया सुरू झाल्यावर, कायम टिकण्यास मिश्रण तापवावें लागतें.

प्रयोग ८१ वा:– मिठावर तीव्र सल्फ्यूरिकाम्लाचें रासायनिक कार्य होऊं देऊन हैड्रोल्कोरिकाम्ल वायु तयार करणें:–



आकृति ८१.

एका चंबूंत सुमारें २०।२५ ग्रॅम मीठ घेऊन तो आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें स्टँडवर बसवा. प्रथम थोडेसें पाणी टाकून मीठ ओलें करा व नंतर लांब नळीच्या फनेलचें खालचें टोंक बुडे-पर्यंत त्यांत तीव्र सल्फ्यूरिकाम्ल ओता. हा वायु पाण्यांत विद्राव्य व हवेपेक्षां जड असल्यामुळें, अधःसरणीनेंच (Downward displacement) जमा करतात. प्रथम विक्रिया जोरांत सुरू होते, परंतु पुढें तिचा जोर कमी होत असल्यानें, मंद ज्योतीवर हें मिश्रण तापवावें लागतें. मध्यभागीं छिद्र असलेल्या पुठ्ठयानें हें नळकांडें झांका. या छिद्रांतून वायुवाहक नळी पात्रांत सोडा विक्रिया सुरू झाल्याबरोबर नळकांड्यांत वायु जमा होऊं लागेल. जळती काडी त्याच्या तोंडाशीं धरून तें वायूनें भरलें कां नाहीं तें पहा. याप्रमाणें ५।६ नळकांडीं वायूनें भरून कांचेच्या झाक-णीनें झांकून एकीकडे ठेवा.

या वायूचे गुणधर्म पाहाण्यास आपण पुढीलप्रमाणें प्रयोग करूं:—

(१) वायूस रंग, वास व चव आहेत काय ? वायूनें भरलेल्या नळकांड्यांतून पलीकडचें दिसतें काय ? झांकण काढून वायु बाहेर पड-तांना कोणत्या रंगाच्या वाफा निघतात ?

(२) नळकांड्याजवळ नाक नेऊन वास घ्या. वास येतो काय ? याच नळकांड्यांत लिटमसचें कागद टाका. त्यावर या वायूचें कोणतें कार्य होतें ?

(३) एका नळकांड्यांत जळती मेणबत्ती किंवा जळता गंधक सोडा. ते त्यांत जळतात का विझतात ?

(४) वायूनें भरलेलें एक नळकांडें पाण्यांत पालथें करून झांकण काढून घ्या. नळकांड्यांत पाणी चढतें काय ? चढत असल्यास काय म्हणून ?

(५¹) वायूनें भरलेल्या नळकांड्यांत द्रव अमोनियाचे थोडे थेंब टाका व पुन्हां त्यावर झांकण ठेवा. दाट पांढऱ्या वाफा उत्पन्न होऊन कांहीं वेळानें नळकांड्याच्या बाजुवर पांढरे कण बसलेले दिसतील.

प्रयोग झाल्यावर चंबूंतील विद्रव एका बशींत ओता व ती एक दोन दिवस बाजूस काढून ठेवा. बशीच्या तळाशीं तुम्हास स्फटिक बनलेले दिसतील. या स्फटिकांचा व मिठाच्या स्फटिकांचा आकार एकच आहे काय?

गुणधर्मः–अणुभार–३६·५; दार्ढ्यः–(हवा = १) १·२७.

या वायूचे पातळ थर घेतले तर तो रंगहीन असल्याचें दिसून येईल. हा वायु भरलेलें भांडें उघडें ठेवलें असतां त्याच्या पांढऱ्या रंगाच्या वाफा बाहेर पडतांना दिसतील. याला ऊग्र वास असून तो हुंगला असतां ठसका लागतो. ह्याची चव आंबट असते. हा पाण्यांत विद्राव्य असून, निळ्या लिटमसच्या कागदाला लाल करण्याचा धर्म याच्या आंगीं आहे. अर्थात् तो आम्लधर्मी आहे. हा हवेपेक्षां जड असल्यामुळें हा हवेवर अधःसरण पद्धतीनें जमा करतां येतो. कोरड्या वायूचें कोरड्या लिटमसवर कांहींच कार्य होत नाहीं.

वायूनें भरलेलें पात्र पाण्यांत उपडें केलें तर, पात्रांतील वायु पाण्यांत विरेल, त्यामुळें आंतील दाब कमी होऊन पाण्याची पात्रांतील पातळी वर चढत असल्याचें आपणास दिसेल.

हा वायु स्वतः जळत नाहीं किंवा ज्वलनास मदत करीत नाहीं. अमोनिया वायु आणि हा वायु एकत्रित आणले असतां संयुक्त होऊन पांढरा पदार्थ उत्पन्न होतो. हाच नवसागर (Ammonium Chloride) होय.



$NH_3 + HCl = NH_4Cl.$

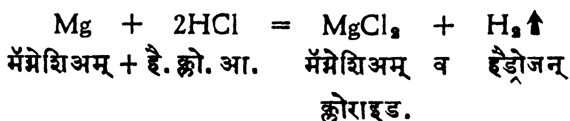
अमोनिया   हैड्रोक्लोरि. आ. वायु   नवसागर (अमोनियम् क्लोराइड)

हैड्रोक्लोरिकाम्ल.

प्रयोगशाळेत आपण वापरतों तें हैड्रोक्लोरिकाम्ल, हा वायु पाण्यांत विरवूनच तयार करतात. ज्याला आपण तीव्र आम्ल म्हणतों, त्यांत सुमारें शेकडा ४० भाग इतका वायु विद्रुत झालेला असतो.

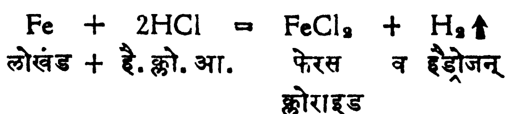
धातूशीं होणारी विक्रिया.

तीव्र किंवा सौम्य आम्लाचीं लोखंड, जस्त व मॅग्नेशिअम् या बरोबर न तापवितांनासुद्धां विक्रिया होऊन हैड्रोजन् वायु उत्पन्न होतो. आणि खालीं त्या त्या धातूचे क्लोराइड (लवणें) बनतात. पुढील विक्रिया पहाः—



$$Mg + 2HCl = MgCl_2 + H_2\uparrow$$

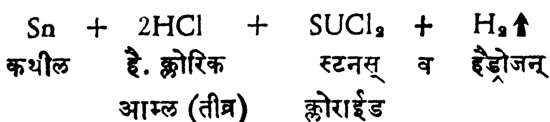
मॅग्नेशिअम् + है. क्लो. आ. मॅग्नेशिअम् क्लोराइड. व हैड्रोजन्



$$Fe + 2HCl = FeCl_2 + H_2\uparrow$$

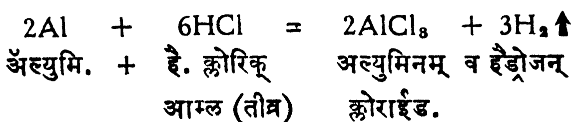
लोखंड + है. क्लो. आ. फेरस क्लोराइड व हैड्रोजन्

ॲल्युमिनम् व कथील यांवर थंड आम्लाची विक्रिया होत नाहीं; परंतु हे दोन्ही धातु तीव्र आम्लाबरोबर तापविले असतां विक्रिया सुरू होते; व हैड्रोजन् वायु निघतो. परंतु शिसें व तांबें यांवर थंड अगर तापलेल्या तीव्र आम्लाची विक्रिया होत नाहीं.



$$Sn + 2HCl + SUCl_2 + H_2\uparrow$$

कथील है. क्लोरिक आम्ल (तीव्र) स्टनस् क्लोराईड व हैड्रोजन्



$$2Al + 6HCl = 2AlCl_3 + 3H_2\uparrow$$

ॲल्युमि. + है. क्लोरिक् आम्ल (तीव्र) अल्युमिनम् क्लोराईड. व हैड्रोजन्

हें आम्ल क्लोरिन् किंवा नवसागर हे पदार्थ तयार करण्याचे कामीं उपयोगांत आणतात; किंवा कांहीं धातूंचा विद्रव बनविण्याच्या कामीं याचा उपयोग करतात.

हें आम्ल कसें ओळखावें ?

हैड्रोक्लोरिक् आम्लामध्यें सिल्व्हर नैट्रेटचा थोडासा विद्रव टाका. सिल्व्हर क्लोराइडचा पांढरा सांका बनलेला दिसून येईल.

हैड्रोक्लोरिकाम्लाचीं कांहीं महत्त्वाचीं लवणें:-

या आम्लाच्या लवणांना क्लोराइड असें म्हणतात. हे सर्व क्लोराइड पाण्यांत विद्राव्य आहेत, तसेंच बहुतेक सर्व स्थिर स्फटिकाकृति आहेत. (त्याचा बनाव कसा होतो तें पान १६१-६२ मध्यें पहा.)

(१) **कॅलशिअम् क्लोराईड** ($CaCl_2$) जेव्हां चुनखडी हैड्रोक्लोरिक् आम्लामध्यें विद्रुत होते, आणि कार्बन–डाय–ऑक्साइड वायु निघतो, तेव्हां खालीं कॅलशिअम् क्लोराईडचा विद्रव चंबूंत राहतो. हा विद्रव गाळणींतून गाळून घेतला व वाफरूं दिला, तर मागें पांढरी पूड उरते. हेंच कॅलशिअम् क्लोराईड. हें लवण कोणत्याही वायूंतील अगर स्थाणु पदार्थांतील पाण्याचा अंश शोषून घेत असल्यामुळें, ज्या वायूंचा या लवणाशीं संयोग होत नाहीं, असे वायु कोरडे करण्याकडे याचा उपयोग करतात.

(२) **सोडियम् क्लोराइड** (NaCl) **मीठ Common salt:**–हें समुद्राचें पाणी वाफरूं देऊन तयार करतात, किंवा खाणींतही पुष्कळ ठिकाणीं सांपडतें (पंजाब). या खाणींत प्रथम पाणी सोडतात तेथें तें कांहीं वेळ राहिल्यानें मीठ त्यांत विरतें व मिठाचा संपृक्त विद्रव तयार होतो. हाही विद्रव गाळून वाफरूं देतात, त्यामुळें मिठाचे स्फटिक मिळतात.

मीठ रंगहीन, जलाकर्षक, स्फटिकाकृति स्थाणु पदार्थ आहे. याचे स्फटिक घनाकृति असतात. व त्यामध्यें स्फटिकजल बिलकूल नसतें. उष्णतेमुळें याचे स्फटिक फुटूं लागतात. त्यामुळें तडतडण्याचा

आवाज होतो. प्रयोगशाळेंत कॉस्टिक सोड्याचा (NaOH) विद्रव हैड्रोक्लोरिकाम्लामध्यें मिसळून उदासीन करतात. त्यावेळीं हें लवण मिळतें.

हें लवण मनुष्याच्या जीवनाला अत्यंत उपयोगी आहे. कारण, एक कोटी सत्तर लक्ष टन इतक्या मिठाची दरसाल जगांत निपज होते. रासायनिक उद्योगधंद्यांत कांहीं लवणांच्या निपजीसाठीं याचा उपयोग करावा लागतो. उदाहरणार्थ, कॉस्टिक् सोडा, धुण्याचा सोडा, हैड्रोक्लोरिकाम्ल, क्लोरिन् इ० मांस मिठांत घालून ठेवलें असतां तें पुष्कळ दिवसपर्यंत नासत नाहीं. मिठामुळें अन्नाला चव येते, आणि पचन-

क्रियेला मदत होते. पुष्कळ वेळां औषधी द्रव्य म्हणूनही याचा उपयोग केला जातो. मिठाच्या विद्रवाला 'ब्राईन' असें म्हणतात.

(३) **कॅलोमेल किंवा मर्क्यूरी-क्लोराइड**, Hg_2Cl_2:—मर्क्यूरी सल्फेट, पारा आणि मीठ यांचें मिश्रण तापवून कॅलोमेल् तयार करतात. यांतून वाफेच्या रूपानें कॅलोमेल् बाहेर पडतो; व तो शीत कप्पांत (Cooling chamber) नेऊन थंड करतात.

मर्क्यूरी-नैट्रेटमध्यें हैड्रोक्लोरिकाम्ल टाकलें असतां कॅलोमेल् साक्याच्या खालीं बसतो.

ही पांढुरक्या रंगाची पूड असून पाण्यांत विद्रुत होत नाहीं. ती फक्त जलराजमध्यें (Aqua Rajia) मात्र विद्रुत होते. वाफरतांना ही एकदम वायुरूप अवस्थेंत जाते.

याचा वैद्यकशास्त्रांत रेचक म्हणून उपयोग करतात.

(४) **सिल्व्हर क्लोराइड** (AgCl):-हा पाण्यांत अविद्राव्य आहे. परंतु अमोनियामध्यें मात्र विरतो. याचा उपयोग फोटोग्राफी-मध्यें होतो.

(५) **अमोनियम् क्लोराइड** (याचें वर्णन मागें आलें आहेच.)

(६) **पोटॅशिअम् क्लोरेट** ($KClO_3$) मोठ्या प्रमाणावर व्यापारी दृष्टीनें तयार करावयाचा झाल्यास कॉस्टिक पोटॅशच्या तापलेल्या विद्रवावर क्लोरिन्ची विक्रिया होऊं देतात.



$$3Cl_2 + 6KOH = 3KCl + KCLO_3 + 3H_2O$$

क्लोरिन् + कॉ. पोटॅश = पोटॅशि० क्लोराइड व पोटॅशिअम् क्लोरेट व पाणी

हा रंगहीन स्फटिकाकृति पदार्थ असून थोड्या प्रमाणांत थंड पाण्यांत विद्राव्य आहे. प्रयोगशाळेंत ऑक्सिजन् तयार करण्याच्या कामीं याचा उपयोग करतात. हा ऑक्सिडायझिंग् एजंट असल्यामुळें तांबडा फॉस्फरस् व पोटॅशियम् क्लोरेट यांचें मिश्रण थोडेसें जरी चोळलें, तरी भयंकर स्फोट होतो. (सूचनाः-बिनधोक् काड्याची पेटी (Safety Match Box) व पोटॅशिअम् क्लोरेट (सुटा) खिशांतून एकत्र नेऊं नका.)

———

या प्रकरणांतील महत्वाच्या गोष्टींचा सारांश.

(१) डेव्ही यानें इ. स. १८१० मध्यें जें संशोधन केलें, त्यावरून त्याला हा वायु मौल असल्याचें कळून आलें. मीठ (Sodium Chloride) पासून क्लोरिन् वायु बहुतेक काढतात.

(२) व्यापारी दृष्ट्या मिठाचें विद्युत्-सहायानें विघटन करून हा वायु तयार करतात. प्रयोगशाळेंत मॅंगनीज-डाय-ऑक्साइड व हैड्रोक्लोरिकाम्ल याच्या मिश्रणापासून हा वायु तयार करतात; किंवा मीठ व मॅंगनीज-डाय-ऑक्साइडवर तीव्र सल्फ्यूरिकाम्लाचें कार्य होऊं देऊन हा वायु तयार करतात.

(३) याचा रंग फिकट हिरवा असून, याचा वास घेतल्यास ठसका लागतो. हा पाण्यांत विद्राव्य आहे. हा विषारी आहे. याचा जंतुनाशक म्हणून उपयोग करतात.

(४) यानें कांहीं वनस्पतिजन्य रंग पूर्णपणें नाहींसे होतात. परंतु त्याला ओलावा लागतो. कारण, या विक्रियेमध्यें क्लोरिन् वायु पाण्यांतील हैड्रोजन्शीं संयुक्त होतो, आणि ऑक्सिजन् मोकळा होतो. हा मुक्त ऑक्सिजन् रंगीत पदार्थांतील रंगाबरोबर संयुक्त होऊन त्याला रंगहीन करतो; म्हणून ही क्रिया ऑक्सिडेशन्मुळें घडून येते असें म्हणतात. खनिज रंग यानें नाहींसे होत नाहींत. या क्रियेला (Bleaching action) विरंजन-क्रिया असें म्हणतात.

(५) याचे महत्वाचे संयुग:-विरंजक चूर्ण किंवा ' चुनकळीचा क्लोराइड ' (Bleaching Powder), हैड्रोक्लोरिकाम्ल हे होत.

(अ) विरंजक चूर्ण:- हें व्यापारी दृष्ट्या महत्वाचें आहे. गिरण्यांमध्यें याचा कपडे 'ब्लीच' करण्याकडे फार उपयोग करतात. बंद केलेल्या खोलींत चुनकळ्याच्या थरांवरून क्लोरिन् वायु जाऊं देतात. त्यापैकीं बराचसा वायु चुनकळ्यांकडून शोषला जातो. अशा रीतीनें हें विरंजक चूर्ण तयार होतें.

(आ) हैड्रोकोरिकाम्ल:- (१) तीव्र सल्फ्यूरिकाम्लाचें मिठावर कार्य होऊं दिलें असतां हें आम्ल वायुरूपानें जमा होतें.

(५) सल्फ्यूरेटेड हैड्रोजन् क्लोरिनच्या पाण्यांत सोडला असतां हें आम्ल मिळतें.

(६) सौम्य किंवा तीव्र आम्लांची कांहीं धातूंवर विक्रिया होऊन हैड्रोजन् वायु निघतो व क्लोराइड नांवाचीं लवणें बनतात.

(७) सिल्व्हर नैट्रेटच्या विद्रवामध्यें हैड्रोक्लोरिकाम्ल टाकलें, तर सिल्व्हर क्लोराइडचा पांढरा सांका बनतो. म्हणून या परीक्षेनें हें आम्ल ओळखतां येतें.

(८) या आम्लाचीं कांहीं महत्वाचीं लवणें:-(१) कॅलशिअम् क्लोराइड (२) सोडियम् क्लोराइड (३) कॅलोमेल् (मर्क्यूरी क्लोराइड) (४) सिल्व्हर क्लोराइड (५) पोटॅशिअम् क्लोरेट.

प्रश्न

(१) प्रयोगशाळेंत क्लोरिन् कसा तयार करतात? या प्रयोगाच्या वेळीं विशेष काळजी कोणती घ्यावी लागते?

(२) तुम्हाला क्लोरिन् अधिक शुद्ध स्वरूपांत पाहिजे असेल तर पुस्तकांत दिलेल्या आकृतींत तुम्ही कोणती सुधारणा कराल?

(३) या वायूचा विशेष गुणधर्म कोणता? त्याचा उपयोग औद्योगिक क्षेत्रांत कसा करतात?

(४) विरंजकचूर्ण कसें तयार करतात? त्याचे गुणधर्म व उपयोग काय? एकादा रंगीत कापडाचा तुकडा पांढरा करावयाचा झाल्यास कोणती क्रिया करावी लागते?

(५) विरंजक चूर्णाला (Bleaching powder) वास कशामुळें येतो? (१९२८ मुं. वि. वि.)

(६) विरंजनाबद्दल तुम्हास असलेली माहिती द्या. (१९३२, १९३३ मुं. वि. वि.)

(७) पाण्यांत भिजविलेला रंगीत कापडाचा तुकडा क्लोरिन् वायूवर धरला तर काय परिणाम होईल? (१९३५, १९३४ मुं. वि. वि.)

(८) आजपर्यंत तुम्ही अभ्यासिलेल्या वायूंत आणि क्लोरिन्-मध्यें कोणता फरक आहे?

(९) क्लोरिन् वायु सामान्यतः कोणत्या स्वरूपांत मिळतो ?

(१०) हैड्रोक्लोरिकाम्ल कोणत्या लवणापासून मिळतें ? समीकरण द्या.

(११) याचे गुणधर्म काय ? या आम्लाच्या लवणांना काय म्हणतात ? पुढील धातूंवर हैड्रोक्लोरिकाम्लाचें काय कार्य होतें ? समीकरणें द्याः--

(१) लोखंड (२) जस्त (३) शिसें (४) तांबें (५) मॅग्नेशिअम्

(१२) कॅलोमेल्, व सिल्व्हर क्लोराइड यांचा उपयोग कोठें व कसा करतात ?

प्रकरण १६ वें

गंधक व त्याचे संयुग.

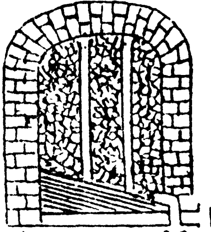
गंधक कोठें सांपडतो ?

फार प्राचीन काळापासून लोकांना गंधकाचा उपयोग माहीत आहे. सिसली, जपान, न्यू झीलंड वगैरे देशांत, ज्वालामुखी पर्वताजवळील प्रदेशांत तो स्वतंत्रावस्थेंत सांपडतो. हा मौल असल्याचें प्रथम लव्हॉयजे यानें सिद्ध केलें. धातूंशीं संयुक्तावस्थेंत तो वेगवेगळ्या स्वरूपांत सांपडतो. (१) गॅलेना (लेड सल्फाइड), हा गंधक व शिसें यांचा संयुग असून त्यापासून शिसें काढतात. (२) झिंकब्लेंड् (झिंक्सल्फाइड) (३) सिनॅबर (मर्क्यूरी सल्फाइड) (४) आयर्न पायराइट (आयर्न सल्फाइड). याप्रमाणें गंधक व धातू यांचे संयुग सल्फाइडच्या रूपानें पृथ्वीच्या पोटांत सांपडतात. हिंदुस्थानांत कांहीं ठिकाणीं गरम पाण्याचे झरे आहेत, त्याला गंधकाचा वास येतो पुष्कळ सेंद्रिय संयुगांचाही तो घटक आहे. अंड्याच्या उपयोगासाठीं वापरलेले चांदीचे चमचे काळे पडल्याचें दिसून येतें; कारण अंड्यांतील सेंद्रिय द्रव्याचा गंधक हा एक घटक आहे. त्याचा व चांदीचा संयोग होऊन सिल्व्हर सल्फाइड बनतो.

गंधक शुद्ध कसा करतात ?:–सिसली बेटांत गंधकाचे थर जमिनींत फार खोल असल्याचें आढळून येत नाहीं. त्यांत पुष्कळशी माती व दगड मिसळलेले आढळतात. अशा स्थितींत गंधक वर काढल्या-वर दगडाच्या उतरत्या केलेल्या जमिनीवर त्याची रास करतात व त्यावर भोंवतालीं काटक्यांचें आवरण घालतात. आकृतींत दाखविल्या-प्रमाणें थोड्याशा हवेच्या पुरवठ्यासाठीं मधून मधून उभी रिकामी जागा सोडतात; त्यामुळें फाजील हवेचा पुरवठा होत नाहीं. नंतर त्याला आग लावतात. काटक्याबरोबर गंधकाचाही थोडासा भाग जळतो, व त्यापासून उत्पन्न होणाऱ्या उष्णतेमुळें बाकीचा गंधक वितळतो.

खालची जमीन उतरती केली असल्यामुळें, तो द्रवरूपानें वाहूं लागतो; मग तो पाहिजे त्या आकाराच्या भांड्यांत धरतात व थंड होऊं देतात. परंतु हा गंधक तितकासा शुद्ध असत नाहीं. (आकृति ८२ पहा)

तो अधिक शुद्ध कसा करतात? याप्रमाणें तयार केलेले गंधकाचे तुकडे एका मोठ्या लोखंडी भांड्यांत घालून तापवितात. गंधक उकळत असतां त्याच्या वाफा शेजारच्या विटांनीं बांधलेल्या खोलींत सोडतात व तेथेंच थंड होऊं देतात. एकदम थंड झाल्यानें गंधक बारीक पुडीच्या स्वरूपांत प्रथम मिळूं शकतो. या पुडीस गंधकाचें फूल (Flowers of sulpher) असें म्हणतात. परंतु, लवकरच खोलीच्या भिंती तापूं लागतात; त्यामुळें खोलीच्या जमिनीवर गंधक द्रवावस्थेंतच जमा होऊं लागतो. हा द्रव तोटीवाटें नळीच्या साच्यांत काढून घेऊन थंड होऊं देतात. हाच नळीच्या आकाराचा गंधक. (Roll Sulpher) 'नळीच्या आकाराच्या' गंधकाचे आपण आतां गुणधर्म पाहूं.


गंधक शुद्ध करण्याची रीत

आकृति ८२.

प्रयोग ८१ वा:-गंधक तापवीत असतां होणारे फेरफार **तपासणें:-एक नळीच्या आकाराचा तुकडा घेऊन त्याचा रंग व वास पहा. लहानसा तुकडा मोडून तो पाण्यांत टाका. त्यांत तो विरतो काय? दुसऱ्या एका नळींत कार्बन-बाय-सल्फाईडचा द्रव घ्या. त्यांत एक तुकडा टाका. त्यांत तो विरत असल्याचें तुम्हांस दिसेल. नळींत आणखी एक तुकडा घेऊन तापविल्यावर (११५°सें.) तुम्हांस तो वितळल्याचें दिसेल. वितळलेल्या द्रवाचा रंग काळजी-पूर्वक पहा. हा द्रव पाण्यांत ओतल्यास त्यापासून पूर्वीसारखा पिवळा गंधक मिळतो. हा द्रव पुढें तसाच तापवूं लागा. आतां पिवळसर रंग जाऊन द्रवास प्रथम लालसर व पुढें काळसर रंग येईल; व द्रवही हळुहळूं दाट होऊं लागेल. (सुमारें २५०° सें. उष्णमानावर) आतां नळी उलटी करा. तो खालीं पडतो काय?**

अजूनही तापविणें सुरूच ठेवा. पहा, आतां तो पुन्हा पातळ होऊं लागला. शेवटीं (४४०° सें.) तो उकळूं लागेल व त्याची वाफ बाहेर पडतांना कांहीं नळीच्या वरच्या बाजूस थंड होऊन तिला स्थाणुरूप येईल. तिचा रंग पहा. पूर्वीप्रमाणेंच तो पिवळा आहे काय ? हेंच गंधकाचें फूल. गंधकाचा उकळता द्रव एकदम पाण्यांत ओता. पाण्याच्या तळाशीं तुम्हाला रबरासारखा चिवट असा काळसर पदार्थ मिळेल. हेंच गंधकाचें दुसरें रूप. याला चिवट (Plastic) गंधक असें म्हणतात.

प्रयोग ८२ वाः—गंधक जळतांना होणारी विक्रिया पाहणेंः- गंधकाचा तुकडा जाळणींत घेऊन तो दिव्याच्या ज्योतीवर धरा. प्रथम तो वितळून पेट घेईल. त्याची ज्योत कोणत्या रंगाची आहे ? तो जळतांना जो वायु निघतो त्याचा वास घ्या. त्यावर निळ्या लिटमसचा (ओला) कागद धरा. कागदाचा रंग बदलतो काय ? यावरून तुम्ही काय अनुमान काढाल ?



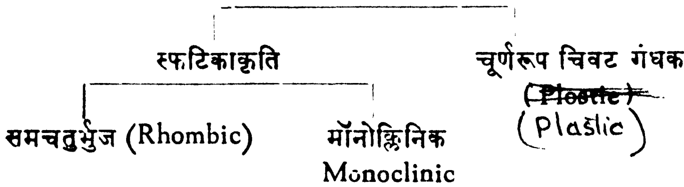
आकृति ८३.

गुणधर्मः—गंधक हा स्थाणु पदार्थ रंगानें फिकट पिवळा असून अपारदर्शक आहे. याची कांडी हातांत घेतली, तर ती गुळगुळीत लागते. त्याचा सहज तुकडा मोडतां येतो. कारण, तो ठिसूळ आहे. हा स्फटिकाकृति आहे (आकृति पहा) ह्याला किंचित् वास असतो. हा पाण्यांत अविद्राव्य आहे परंतु कार्बन-डाय-सल्फाईड नांवाच्या द्रवांत विद्राव्य आहे. हा तापविल्यावर सुमारें १५०° सें. उष्णमानावर वितळतो, व या विद्रवाचा रंग प्रथम पिंगट पिवळा असतो. हा द्रव थंड केल्यास पूर्वीप्रमाणेंच पिवळ्या रंगाचा गंधक मिळतो. पुढें तापविणें सुरू ठेवल्यास द्रव दाट होत जातो, व त्याला काळ्या छटेचा तांबूस रंग येतो. सुमारें २५०° सें. उष्णमानावर तर तो इतका दाट होतो कीं, नळी उलटी केली तरी तो सांडत नाहीं. तसेंच तापविणें सुरू ठेवल्यास तो पुन्हां पातळ होऊं लागतो. व ४४०° सें. उष्णमानावर त्याला उकळी येऊन त्याची वाफ होऊं लागते. ही वाफ नळीच्या थंड भागावर स्थाणुरूप

होऊन त्याची पूड बनते. हिला गंधकाचें फूल असें म्हणतात; व उकळता द्रव पाण्यांत टाकून एकदम थंड केल्यास, त्यापासून रबरासारखा चिवट असा काळया रंगाचा पदार्थ मिळतो. यालाच चिवट गंधक म्हणतात.

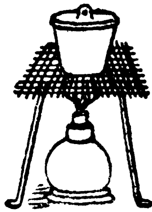
याप्रमाणें गंधकाचीं तीन 'अनेकरूपें' (Allotropic forms) झालीं. एक ऱ्हॉंबिक् आकाराचें स्फटिकाकृति, दुसरें चिवट व तिसरें मॉनोक्लिनिक आकृतीचे स्फटिकाकृति. यांचा रंग, दार्ढ्य (कठिणपणा) व स्फटिकाकृति या बाबतींत भिन्नत्व आहे खरें; परंतु या तिन्ही रूपांत तो तापविला असतां त्यापासून सल्फर–डाय–ऑक्साईड वायु मिळतो; म्हणून दोहोंचे रासायनिक गुणधर्म एकच आहेत. विशेष चांगल्या प्रकारें समजावींत म्हणून याचीं 'अनेकरूपें' कोष्टकाच्या रूपानें खालीं दिलीं आहेत.

गंधकाचीं अनेकरूपें



या चारी रूपांपैकीं ऱ्हॉंबिक् गंधक हाच स्थिररूप आहे. दुसरीं अनेकरूपें कांहीं दिवस तशींच ठेवलीं, तर हळुहळू याच रूपांत येतात. कार्बन्–बाय–सल्फाईड, बेंझेन्, क्लोरोफॉर्म इ. द्रवांमध्यें ऱ्हॉंबिक् गंधक विद्राव्य आहे. उष्णता व विद्युत् यांचा हा मंदवाहक आहे. याचें वि. गु. २·०४ आहे. हा, ११५° सें. वर वितळतो.

प्रयोग ८३ वा:–एका बशींत गंधकाचे खडे घालून, ते स्पिरिटच्या दिव्यावर तापवा. वितळल्यानंतर बशी जराशी थंड होऊं द्या. पृष्ठभागावर घट्ट झालेला थर चाकूनें फोडा. आंतील पातळ गंधक ओतून टाका. बशीच्या तळाला बनलेले स्फटिक पहा. हे पूर्वीसारखे ऱ्हांबिकच आहेत काय ? (आकृति ८४ पहा)



हे स्फटिक सुईच्या आकाराचे असतात. यास मॉनोक्लिनिक् स्फटिक असें म्हणतात, हे थोडे दिवस ठेविले तर, अपारदर्शक होऊन ठिसूळ बनतात, व त्यांचा रंग पिवळा होतो.

(२) **मॉनोक्लिनिक गंधक**–याचे स्फटिक

आकृति ८४.

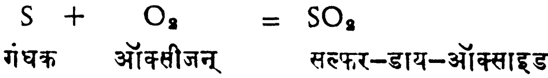
(लांबट चौकोनी) मॉनोक्लिनिक् आकृतीचे असतात. हा ठिसूळ, फिकट पिवळ्या रंगाचा व अपारदर्शक आहे. याचें वि. गु. ऱ्हॉंबिक् गंधकाच्या विशिष्ट गुरूत्वापेक्षां कमी आहे, व वितळण्याचा बिंदु मात्र थोडा चढ आहे. सामान्य उष्णमानावर हा अस्थिर आहे; व तो हळूहळूं ऱ्हॉंबिक् रूप घेतो. हा कार्बन–डाय–सल्फाइडमध्यें विद्रुत होतो.

(३) **प्लॅस्टिक्** (चिवट) **गंधक**–हा रबराप्रमाणें चिवट आहे. याला स्फटिकरूप नाहीं. हा कार्बन-बाय सल्फाइड व पाणी या दोहोंतही विरघळत नाहीं. हासुद्धां सामान्य उष्णमानावर अस्थिरच आहे, व मॉनोक्लिनिकप्रमाणें हळुहळूं ऱ्हांबिक रूपाचा होतो.

गंधकाचा उपयोग:–गंधक वैद्यकदृष्ट्या औषधी आहे. (१) रक्तशुद्धीकडे, व (२) बागेंत झाडाच्या मुळाशीं असलेले रोगकारक जंतू मारण्यासाठीं औषध म्हणून, याचा फार उपयोग होतो. (३) बंदुकीची व शोभेची दारू तयार करण्यासाठीं (४) रबराच्या वावा तयार करतांना त्यांचीं टोकें किंवा इतर भाग तापवून सांधण्या- (जोडण्यासाठीं) (for vulcanizing rubber) इ० याचा उपयोग होतो. कच्च्या रबरांत शेंकडा दहा भाग गंधक मिसळून तें निर्वात भांड्यांत तापवितात. त्यामुळें रबर अधिक लवचिक व टिकाऊ बनतें. हें मिश्रण तयार करण्याच्या रीतीस 'व्हल्कनायझिंग' असें म्हणतात. परंतु या सर्वांपेक्षांही गंधकाचा सल्फ्यूरिकाम्ल तयार करण्याच्या कामीं उपयोग अधिक होतो.

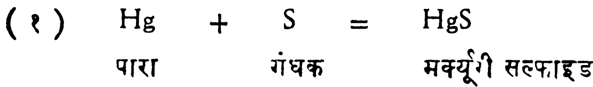
रासायनिक दृष्ट्या, विशेषतः तापविला म्हणजे गंधक फार क्रियाशील आहे. हवेंत तापविला असतां, त्याचा ऑक्सिजन्शीं संयोग होऊन

'सल्फर–डाय ऑक्साईड' नांवाचा वायुरूप पदार्थ मिळतो. पारा किंवा आयोडिन्बरोबर सामान्य उष्णमानावरही त्याचा संयोग होतो. लोखंड, तांबें, किंवा जस्त याच्याबरोबर गंधकाचें मिश्रण करून तापविलें असतां त्याच्याशीं संयोग होऊन त्या धातूचे सल्फाइड बनतात.



$S + O_2 = SO_2$

गंधक ऑक्सीजन् सल्फर–डाय–ऑक्साइड



(१) $Hg + S = HgS$

पारा गंधक मर्क्यूरी सल्फाइड



$Cu + S = CuS$

तांबें गंधक कॉपर सल्फाइड



$Fe + S = FeS$ आयर्न सल्फाइड

यांपैकीं प्रथम आपण गंधकाचा हवेशीं संयोग होऊन जो **सल्फर-डाय-ऑक्साइड** वायु बनतो, त्याचा थोडा अधिक विचार करूं.

सल्फर-डाय-ऑक्साइड (SO_2)

गंधक व ऑक्सिजन् यांचा संयोग होऊन पुष्कळ ऑक्साइड बनतात; परंतु त्यांत महत्वाचे असे दोनच ऑक्साइड आहेत. (१) सल्फर-डाय-ऑक्साइड व (२) सल्फर ट्रायॉक्साइड.

खिस्ती शतकापूर्वी बरींच वर्षें, **होमर** नांवाचा ग्रीक कवि होऊन गेला. त्याच्या ग्रंथांत, जंतूंचा नाश करण्यासाठीं, गंधक जाळल्याचा उल्लेख सांपडतो. तसेंच **प्लीनीच्याही** लेखनांत गंधक जाळल्यानें ज्या वाफा निघतात त्यांचा उपयोग कापडाचा रंग घालविण्याच्या कामीं केल्याबद्दलचा उल्लेख सांपडतो. प्रीस्टले यानें पारा व सल्फ्यूरिकाम्ल एकत्र तापवून हा वायु शुद्ध स्वरूपांत इ. स. १७७४ सालीं, शोधून काढला. पुढें तीनच वर्षांनीं लव्हॉयजे यानें ठराविक व्यापाच्या ऑक्सिजन्मध्यें गंधक जाळून मिळणाऱ्या सल्फर-डाय-ऑक्साइडचा व्याप ऑक्सिजनच्या व्यापाबरोबर असतो हें दाखविलें.



आकृति ८५.

सल्फर-डाय-ऑक्साइड तयार करण्याची रीत

(१) गंधक हवेंत किंवा ऑक्सिजन्‌मध्यें जाळल्यानें हा वायु बनतो; कारण जळतांना गंधकाचा ऑक्सिजनशीं संयोग होतो.

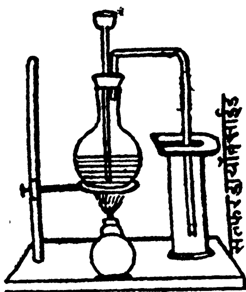


$$S + O_2 = SO_2$$

गंधक + ऑक्सिजन्‌ = सल्फर-डाय-ऑक्साइड.

प्रयोगशाळेंत हा मोठ्या प्रमाणावर तयार करावयाचा झाल्यास तांबें व तीव्र सल्फ्यूरिकाम्ल मिसळून तापवावें लागतें.

प्रयोग ८४ वा:–सल्फर-डाय-ऑक्साइड तयार करून त्याचे गुणधर्म तपासणें:–आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें प्रथम उपकरणांची मांडणी करा. चंबूंत तांब्याचा कीस घेऊन, लांब नळीच्या फनेलमधून तीव्र सल्फ्यूरिकाम्ल त्यांत ओता. तांब्याचा कीस पूर्णपणें सल्फ्यूरिकाम्लांत बुडला कीं नाहीं तें पहा. तसेंच फनेलचें टोंक आम्लाखालींच राहिलें पाहिजे. वायुवाहक नळी नळकांड्यांत सोडल्यावर मिश्रण तापविण्यास सुरवात करा. विक्रिया सुरू होऊन वायु निघूं लागल्याची खात्री झाल्यावर तापविणें थांबवा. हा वायु पाण्यांत विद्राव्य असल्यानें हवेवर अधःसरण पद्धतीनें जमा करावा (आकृति ८६ पहा).



आकृति ८६.

हा वायु निघतांना पुढीलप्रमाणें विक्रिया घडते:–



$$Cu + 2H_2SO_4 = CuSO_4 + 2H_2O + SO_2$$

तांबें + तीव्र सल्फ्यूरिकाम्ल = मोरचूद (कॉपर सल्फेट) व पाणी व सल्फर डाय-ऑक्साइड

जेव्हां विक्रिया थांबते तेव्हां चंबूमधील मागें राहिलेल्या विद्रवाची तपासणी केली तर, त्याचा रंग निळसर असल्याचें आढळून येईल. हा फनेलमधून गाळून घेऊन वाफरूं दिला व सावकाश थंड होऊं दिला तर मोरचुदाचे स्फटिक दिसूं लागतील.

वायूनें नळकांडें पूर्ण भरलें कीं नाहीं हें पाहण्यासाठीं पेटवलेली काडी किंवा मेणबत्ती त्याच्या तोंडाशीं न्या. ती विझली तर नळकांडें पूर्ण भरलें असें समजावें. अशा रीतीनें ५।६ नळकांडीं वायूनें भरून झांकण लावून एकीकडे ठेवा. वायूचे गुणधर्म पाहण्यासाठीं पुढील प्रयोग करा.

(१) वायूस रंग, वास किंवा चव आहे काय?

(२) जाळणींत पेटलेली मेणबत्ती घेऊन ती वायुपात्रांत सोडा. मेणबत्ती जळते कां विझते?

(३) वायु निघत असतां वायुवाहक नळीच्या टोंकाजवळ जळती काडी धरा. वायु जळतो काय?

(४) वायुवाहक नळीजवळ ओलसर निळा लिटमसचा कागद धरा. तो तांबडा होतो काय?

(५) एका नळींत पाणी घेऊन त्यांत वायुवाहक नळीचें टोंक बुडवा. कांहीं वेळानें त्यांत निळा लिटमसचा कागद बुडवा. तो तांबडा होतो काय? होत असल्यास काय म्हणून?

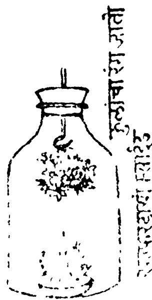
(६) त्याचप्रमाणें दुसऱ्या एका नळींत चुन्याची निवळी घेऊन तिच्यांत वायुवाहक नळीचें टोक बुडवा. कार्बन–डाय–ऑक्साइड-प्रमाणें हा वायु चुन्याची निवळी पांढरी करतो काय?

(७) वायूनें भरलेल्या नळकांड्यांत कांहीं रंगीत फुलें व पानें ओलीं करून टाका. त्यांवर वायूचा काय परिणाम होतो? त्यांचा रंग फिका झाला असल्यास तीं सौम्य सल्फ्यूरिकाम्लांत किंवा कॉस्टिक्–सोड्याच्या विद्रवांत टाका. त्यांचा रंग पूर्ववत् होतो काय?

(८) मॅग्नेशिअमूची तार पेटवून नळकांड्यांत धरा. मॅग्नेशिअम् यांत जळतो काय? [मॅग्नेशिअमूची ज्योत फार उष्ण असल्यानें

ती वायूला विघटित करून ज्वलनास लागणारा ऑक्सिजन् त्यापासून मिळवूं शकते.]

(९) चिनीमातीच्या पातेल्यांत पाणी घेऊन त्यांत वायूनें भरलेलें नळकांडें उपडें धरा. नळकांड्यांत पाणी चढतें काय ? असल्यास काय म्हणून ?



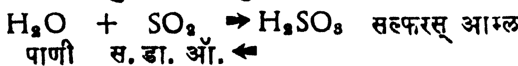
आकृति ८७

(१०) मोठ्या तोंडाच्या बाटलीच्या तळाशीं गंधक जळत ठेवा. बुचांतून दोरीनें बांधून एक रंगीत फुलांचा झुबका त्यांत सोडा. कांहीं वेळानें फुलें रंगहीन झालेलीं दिसतील. (आ. ८७ पहा.)

वायूचे गुणधर्मः–अणुभार–६४. दार्ढ्य–(हवा= १) २·२ उत्कलन बिंदुः–१०° सें. वितळण्याच्या बिंदु –७६° सें.

सल्फर–डाय–ऑक्साईड हा वायु रंगहीन, व हवेपेक्षां दुप्पट जड आहे. हा स्वतः ज्वलनशील नाहीं, व ज्वलनास मदतही करीत नाहीं. फक्त मॅग्नेशिअम् धातू यांत जळूं शकतो. कारण त्याच्या तीव्रोष्णतेनें हा वायु विघटित होतो; व मोकळा झालेला ऑक्सिजन् मॅग्नेशिअम्बरोबर संयुक्त होतो. याचा वास तीव्र असून तो हुंगला तर ठसका लागतो. या वायुमुळें निळा लिटमसचा कागद तांबडा होतो; म्हणून हा आम्लधर्मी वायु आहे.

पाण्यांत हा वायु फार मोठ्या प्रमाणांत विद्रुत होतो; आणि हा विद्रव आम्लधर्मीच बनतो. याचें कारण अस्थिर स्वरूपाचें सल्फरस् ॲसिड (आम्ल) बनतें. हें तापवून तीव्र करतां येत नाहीं. कारण, तापविल्यानें उलट सुलट क्रिया सुरूं होते.



$$H_2O + SO_2 \rightleftharpoons H_2SO_3$$ सल्फरस् आम्ल

पाणी स. डा. ऑ.

चुन्याच्या निवळीवर या वायूचा कांहींच परिणाम घडून येत नाहीं. या वायूनें भरलेलें पात्र पाण्यानें भरलेल्या पातेल्यांत उपडें केलें तर, पाण्यांत वायु विरून आंत पोकळी उत्पन्न होते, व बाहेरील दाव अधिक झाल्यामुळें वायूच्या पात्रांत पाणी वर चढतें.

सल्फर-डाय-ऑक्साइड हा वायु क्लोरिन्प्रमाणें रंग हरण करणारा आहे; परंतु, हें विरंजनाचें कार्य हरणक्रियेनें (Reduction) होतें. कारण सल्फर-डाय-ऑक्साइड व पाणी यांचा संयोग होतांना हैड्रोजन मोकळा होतो. हा मोकळा झालेला हैड्रोजन् रंगीत पदार्थांतील रंगद्रव्यावर कार्य करून त्याला रंगहीन करतो. या विरंजन-कार्यांत रंगीत पदार्थाचें विरंजन होतें.

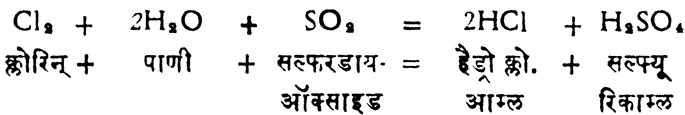
$SO_2 + 2H_2O + dye = H_2SO_4$ + (रंगीत पदार्थांबरोबर
सल्फर-डाय ऑक्साइड + पाणी + रंग = सल्फ्यूरिकाम्ल व हैड्रोजनचा होणारा रंगहीन संयुग.)

कांहीं वेळा हा वायु रंगीत पदार्थांतील रंगद्रव्याशीं प्रत्यक्ष संयुक्त झाल्या-मुळें तो पदार्थ रंगहीन होतो. अशा रीतीनें रंगहीन झालेल्या पदार्थावर सौम्याम्लाचें किंवा अल्कलीचें कार्य केलें असतां त्याचा रंग पूर्ववत् होतो.

या वायूमुळें कांहीं वनस्पतींचे रंगच तेवढे नाहींसे होतात. खनिज-रंग–उ. छापण्याची शाई (यांत कार्बन असतो म्हणून)–याच्या योगानें नाहींसे होत नाहींत.

या वायूच्या पुढील हरणक्रिया विशेष महत्वाच्या आहेतः–

(अ) क्लोरिन्च्या पाण्यांत जेव्हां सल्फर–डाय–ऑक्साइड सोडतात तेव्हां हरणक्रियेमुळें क्लोरिन् व हैड्रोजन् यांचा संयोग होऊन हैड्रो-क्लोरिकाम्ल बनतें.



(ब) दाट जांभळ्या रंगाचा पोटॅशिअम् परमँगनेटचा विद्रव, सल्फर–डाय-ऑक्साइडमध्यें जाऊं दिला असतां पाण्यासारखा रंगहीन होतो.

(क) पोटॅशिअम्–डाय–क्रोमेटच्या पिवळ्या विद्रवांत थोडेसें सल्फ्यूरिकाम्ल व हा वायु सोडला तर, तर हरणक्रियेमुळें (Reduction) विद्रव हिरवागार होतो.

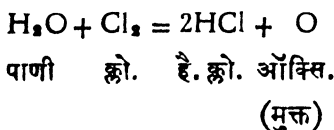
(ड) फेरिक् क्लोराइडच्या पिवळ्या विद्रवांत जर हा वायु सोडला, तर हरणक्रियेमुळें विद्रव फिकट हिरवा होतो.

या ठिकाणीं क्लोरिन् व सल्फर-डाय-ऑक्साइड यांची विरंजक (Bleaching Agents) म्हणून तुलना करण्यास हरकत नाहीं.

क्लोरिन्

(१) विरंजन कार्य होण्यासाठीं ओलाव्याची जरूरी आहे.

(२) विरंजन कार्य ऑक्सिजन्‌मुळें घडून येतें. क्लोरिन्‌चें पाण्यावर कार्य होतें तेव्हां जो ऑक्सिजन् (मुक्त ऑक्सिजन्) मोकळा होतो तो रंगद्रव्याबरोबर संयुक्त होतो, व त्याचा रंगहीन संयुग बनतो.



$H_2O + Cl_2 = 2HCl + O$

पाणी क्लो. है. क्लो. ऑक्सि. (मुक्त)

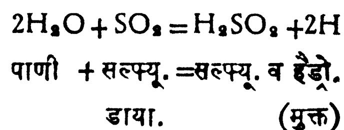
(३) हें विरंजन कार्य **कायम स्वरूपाचें** असतें. एकदां पदार्थ विरंजित झाला म्हणजे त्याचा रंग त्याला पुन्हां येत नाहीं.

(४) रेशीम, स्पंज, लोंकर, वगैरे विरंजित करण्यासाठीं क्लोरिन्‌चा उपयोग करीत नाहींत. कारण त्यामुळें ते खराब होतात.

सल्फर-डाय-ऑक्साइड

(१) विरंजन कार्य होण्यासाठीं ओलाव्याची जरूरी आहे.

(२) विरंजन कार्य हरणक्रियेमुळें घडून येतें. जेव्हां सल्फर-डाय-ऑक्साइडचें पाण्यावर कार्य होतें तेव्हां मुक्त झालेला हैड्रोजन् रंगीत द्रव्याबरोबर संयुक्त होऊन त्यांचा रंगहीन संयुग बनतो.



$2H_2O + SO_2 = H_2SO_2 + 2H$

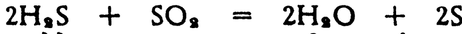
पाणी + सल्फ्यू. डाया. = सल्फ्यू. व हैड्रो. (मुक्त)

(३) विरंजन कार्य कायम स्वरूपाचें असत नाहीं. कधीं कधीं नुसत्या हवेंतील ऑक्सिजन्‌च्या संयोगामुळें, विरंजित पदार्थांचा पुन्हा पूर्वींचा रंग प्राप्त होऊं शकतो.

(४) हा सौम्य स्वरूपाचा विरंजक असल्यामुळें रेशीम, लोंकर यांसारखे नाजुक पदार्थ विरंजित करण्यास याचा उपयोग करतात.

जेव्हां सल्फर–डाय–ऑक्साइडचा प्रत्यक्ष संयोग होऊन विरंजन-कार्य होतें, तेव्हां विरंजित केलेला पदार्थ सौम्य आम्ल किंवा अल्कलीमध्यें बुडवून, रंगहीन झालेल्या पदार्थापासून सल्फर–डाय–ऑक्साईड वेगळा निघतो व त्या पदार्थाला पूर्ववत् रंग येतो

(इ) ओलसर सल्फर–डाय–ऑक्साइडनें भरलेलें नळकांडें सल्फ्यूरेटेड-हैड्रोजनवर उपडें केलें तर गंधकाचे तुषार मांड्याच्या बाजूवर उडूं लागतात. या विक्रियेंत ऑक्सिडेशन होतें; कारण



$$2H_2S + SO_2 = 2H_2O + 2S$$

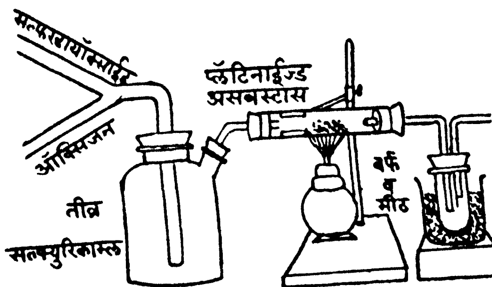
सल्फ्यूरेटेड हैड्रोजन्   सल्फर-डाय-ऑक्साइड   पाणी व गंधक

सल्फर-डाय-ऑक्साइडचे उपयोग

(१) जंतु-नाशक म्हणून या वायूचा उपयोग करतात. (२) गवताच्या काड्या, लोंकर, रेशीम वगैरे नाजूक पदार्थांचें विरंजन करण्यासाठीं किंवा सल्फ्यूरिकाम्ल तयार करण्यासाठींही याचा उपयोग करतात. (३) बर्फाच्या कारखान्यांत अतीशय थंडी उत्पन्न करण्यासाठींही याचा उपयोग होतो.

सल्फर–ट्रायॉक्साइड.

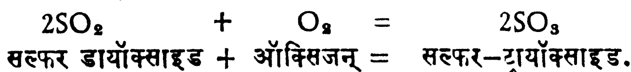
सल्फर-ट्राय-ऑक्साइड हा स्थाणु स्फटिकाकृति पदार्थ, सल्फर-डाय-ऑक्साईड व ऑक्सिजन् यांच्या प्रत्यक्ष संयोगानें तयार होतो. हा संयोग घडवून आणण्यासाठीं तिसऱ्या पदार्थाच्या सान्निध्याची जरूरी लागते.



आकृति ८७.

प्रयोग ८५ वा:– सल्फर-डाय-ऑक्साइड तयार करणें व त्याचे गुणधर्म तपासणें:– आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें उपकरणांची मांडणी करून, सल्फर-डायॉक्साइड व ऑक्सिजन् तीव्र सल्फ्यूरिकाम्लामधून

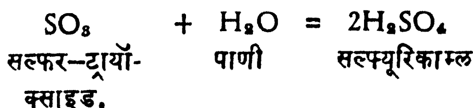
जातील अशी व्यवस्था करा. त्यामुळें ते चांगले कोरडे होतील. हे कोरडे वायु एकत्रित असे आडव्या नळींतील प्लॅटिनाइज्ड ॲस्‌-बेस्टॉसवरून जाऊं द्या व ते जातांना दिव्याच्या ज्योतीवर तापवा. यामुळें त्यांचा संयोग होऊन सल्फर-ट्रायॉक्साइड बनतो. हा बर्फांत ठेवलेल्या नळींत जमा करा, सुईसारखें बारीक व रंगहीन परंतु चकाकणारे स्फटिक नळींत जमा होतील. [* प्लॅटिनाइज्ड ॲस-बेस्टॉस पुढीलप्रमाणें तयार करतात:–ॲस्‌बेस्टॉसचे धागे प्रथम प्लॅटिनिक् क्लोराइडच्या विद्रवामध्यें व नंतर ॲमोनिअम्–क्लोरा-इडच्या विद्रवांत बुडवितात व नंतर खूप तापवितात; त्यामुळें प्लॅटिनम्‌चे कण ॲसबेस्टॉस्‌च्या धाग्यांवर पसरतात.] ही विक्रिया पुढीलप्रमाणें घडून येतेः—



गुणधर्म

(१) हा रंगहीन स्फटिकाकृति स्थाणुरूप पदार्थ आहे. हा १५° सें. वितळतो म्हणून तो जमा करतांना थंड राहण्यासाठीं नळी बर्फांत ठेव-तात. ४६° सें. वर उकळूं लागतो.

(२) हा पाण्यांत विद्राव्य आहे, विद्रुत होतांना तापलेल्या लोखं-डावर पाणी घालतांना जसा आवाज उत्पन्न होतो, तशा प्रकारचा आवाज उत्पन्न होतो, वाफा उत्पन्न होतात; व सल्फ्युरिकाम्लाचा विद्रव तयार होतो.



टीप–* ह्या प्लॅटिनाइज्ड ॲसबेस्टॉसवर वरील विक्रियेंत कोणत्याही प्रका-रचें कार्य होत नाहीं म्हणून त्यास सहायक (Catalytic agent) असें म्हणतात. याच्या सान्निध्यानें विक्रिया घडून येण्यास मदत होते. तिच्या शेवटीं याची घटना बदलत नाहीं; किंवा वजनांतही फरक होत नाहीं.

या रीतीनें जेव्हां सल्फ्यूरिकाम्ल तयार करतात तेव्हां त्या रीतीस 'स्पर्श–पद्धति' (Contact Process) असें म्हणतात. यावरून कच्च्या गंधकापासून सल्फ्यूरिकाम्ल कसें तयार करतात, व तें तयार करण्यासाठीं सृष्टींत सांपडणाऱ्या पदार्थांचा मोठ्या प्रमाणावर कसा उपयोग होतो हें कळून येईल. नैट्रिकाम्ल किंवा हैड्रोक्लोरिकाम्ल तयार करण्यासाठीं आपणास सल्फ्यूरिकाम्लाचा उपयोग करावा लागतो. परंतु हें आम्ल गंधक किंवा गंधकाचे खनिज, हवेंतील ऑक्सिजन् व पाणी या सृष्ट पदार्थांपासून बनवितां येतें. हवेंत गंधक जाळला असतां, आपणास सल्फर-डाय-ऑक्साइड मिळतो. त्यापासून सल्फर–ट्रायॉक्साइड कसा मिळवावा हें वर सांगितलेंच आहे; व तो पाण्यांत विद्रुत केला असतां, आपणास सल्फ्यूरिकाम्ल मिळतें.

सल्फ्यूरिकाम्ल (H_2SO_4)

[या आम्लाबद्दल बरीच माहिती पान १४३–१४५ मध्यें येऊन गेली आहे. म्हणून या ठिकाणीं फक्त जरूर ती माहिती दिली आहे.] हें आम्ल अतिशय महत्वाचें आहे. रासायनिक किंवा औद्योगिक क्षेत्रांत याची फार गरज लागते. हें तयार करण्याचे कारखाने हिंदुस्थानांतही बऱ्याच ठिकाणीं आहेत. तें तयार करण्याच्या दोन पद्धती आहे. त्यापैकीं पहिली स्पर्श–पद्धति, (हिचें विवेचन वर आले आहेच.) व दुसरी **'लेड् चेंबर प्रोसेस'**. आम्ल तयार करण्यासाठीं या पद्धतींत शिशाच्या पत्र्यानें मढविलेल्या खोल्या, अगर कप्पे वापरतात; यावरून हें नांव पडलें आहे. त्या खोल्यांत सल्फर–डायॉक्साइड, पाण्याची वाफ, हवा, नैट्रोजन्चा ऑक्साइड, हे चार वायु निरनिराळ्या नळ्यांमधून सोडतात. त्यांची तेथें विक्रिया होऊन सल्फ्यूरिकाम्ल बनतें व नैट्रोजन्चा ऑक्साइड परत आहे तसाच मिळतो. या पद्धतीनें बनलेलें आम्ल जरासें अशुद्ध असतें. तें शुद्ध करून घ्यावें लागतें.

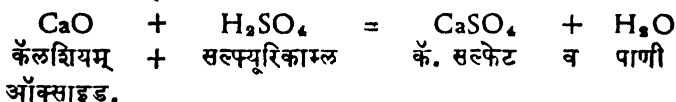
प्रयोगशाळेंत याचा विशेष उपयोग म्हणजे, वायु व इतर आर्द्र पदार्थांतून जलांश शोषून घेऊन त्यांना कोरडे करण्यासाठीं होय. साखरेवर तीव्र सल्फ्यूरिकाम्ल टाकलें तर ती काळी पडते. पुढील समीकरणांत दाखविल्याप्रमाणें ही विक्रिया होतेः–



$$C_{10}H_{22}O_{11} - 11H_2O = 12C$$

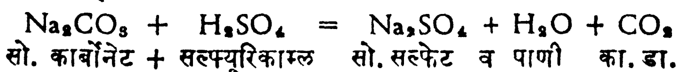
साखर पाणी कार्बन

विजेच्या बॅटरीमध्येंही हें वापरतात. खाणींतून निघालेलें रॉकेल शुद्ध करण्यासाठीं, किंवा अमोनिअम् सल्फेट, स्फोटक पदार्थ, रंग यांच्या कारखान्यांत व सुताच्या गिरण्यांत तें फार मोठ्या प्रमाणांत वापरण्यांत येतें. धातूचे ऑक्साइड, हैड्रॉक्साइड व कार्बोनेट यांच्यावरही सल्फ्यूरिकाम्लाचें रासायनिक कार्य होतें, तसेंच तें क्लोराइड व नैट्रेट यांवरही होतें. पुढील समीकरणें पहा:—



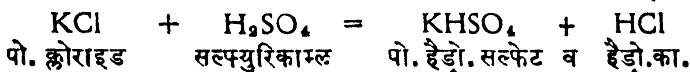
$$CaO + H_2SO_4 = CaSO_4 + H_2O$$

कॅलशियम् ऑक्साइड. + सल्फ्यूरिकाम्ल कॅ. सल्फेट व पाणी



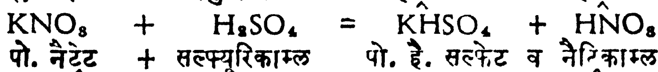
$$Na_2CO_3 + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + H_2O + CO_2$$

सो. कार्बोनेट + सल्फ्यूरिकाम्ल सो. सल्फेट व पाणी का. डाक्साइड



$$KCl + H_2SO_4 = KHSO_4 + HCl$$

पो. क्लोराइड सल्फ्युरिकाम्ल पो. हैड्रो. सल्फेट व हैड्रो. का.



$$KNO_3 + H_2SO_4 = KHSO_4 + HNO_3$$

पो. नैट्रेट + सल्फ्यूरिकाम्ल पो. है. सल्फेट व नैट्रिकाम्ल

धातूवर तीव्र किंवा सौम्य सल्फ्यूरिकाम्लाचें काय कार्य होतें हें मागें सांगितलें आहेच.

सल्फ्यूरेटेड हैड्रोजन् (हैड्रोजन सल्फाइड) H_2S

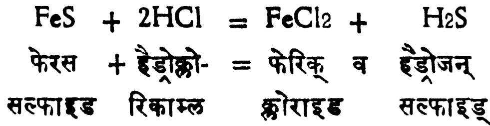
जेव्हां आडव्या नळींतील उकळत्या गंधकावरून हैड्रोजन् वायु जाऊं देतात, तेव्हां थोड्या प्रमाणांत (ही विक्रिया उलट सुलट होत असते) या दोन मौलांचा संयोग होऊन, एक नवीन वायु बनतो. हाच हैड्रोजन् सल्फाइड्. याच्यांत लेड् ॲसिटेटचा कागद धरला असतां तो काळा पडतो.



$$H_2 + S \rightleftharpoons H_2S$$

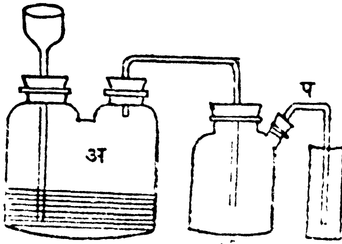
हैड्रोजन् + गंधक सल्फ्यूरेटेड हैड्रोजन

परंतु प्रयोगशाळेत जेव्हां थोड्या अधिक प्रमाणांत हा वायु तयार करावयाचा असतो, तेव्हां फेरस सल्फाइडवर सौम्य हैड्रोक्लोरिकाम्ल किंवा सल्फ्यूरिकाम्ल ओततात. तेव्हां पुढील विक्रिया होते:—



FeS	+	$2HCl$	=	$FeCl_2$	+	H_2S
फेरस सल्फाइड	+	हैड्रोक्लो-रिकाम्ल	=	फेरिक् क्लोराइड	व	हैड्रोजन् सल्फाइड्

प्रयोग ८६ वा. हैड्रोजन्–सल्फाइड तयार करून त्याचे गुणधर्म तपासणें:—दोन तोंडें असलेली बाटली घेऊन एकांतून लांब नळीचें फनेल 'ब' दुसरींतून वायुवाहक नळी व बाटलींत सोडा. या बाटलीच्या 'प' टोकाला दुसरी वायुवाहक नळी बसवा. तिचें टोक नळकांड्यांत सोडा. अ बाटलींत '*फेरस सल्फाइड'चे तुकडे



हैड्रोजन सल्फाईड तयार करण्याची रीत

आकृति ८८.

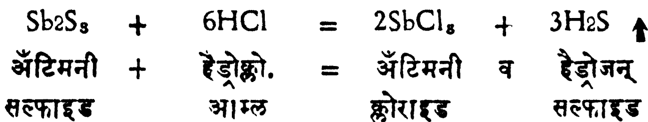
टाका व फनेलमधून सौम्य हैड्रोक्लोरिकाम्ल ओता. फनेलचें खालचें टोक आम्लाखालीं बुडालें पाहिजे. वायूमधील ओलावा काढून टाकण्यासाठीं त्याला प्रथम ब बाटलींत पाण्यामधून सोडा तेथून तो प नळीवाटें बाहेर येऊन वायुपात्रांत जमा होऊं लागेल. हा अधःसरण पद्धतीनेंच जमा करतात.

त्याचे गुणधर्म पाहण्यासाठीं आपण पुढीलप्रमाणें प्रयोग करूं:–

(१) या वायूस रंग, वास किंवा चव आहे काय? नळकांडें वायूनें भरलें तरी पारदर्शकच राहतें.

---

*टीप:–शुद्ध स्वरूपांत हा वायु पाहिजे असल्यास 'अँटिमनी सल्फाईड' वर हैड्रोक्लोरिकाम्लाची विक्रिया करावी.



Sb_2S_3	+	$6HCl$	=	$2SbCl_3$	+	$3H_2S\uparrow$
अँटिमनी सल्फाइड	+	हैड्रोक्लो. आम्ल	=	अँटिमनी क्लोराइड	व	हैड्रोजन् सल्फाइड

(२) लिटमसचा निळा कागद पाण्यांत बुडवून वायूनें भरलेल्या पात्रांत टाका. त्याचा रंग बदलतो काय ? [कढत पाणी घेतलें तर काय होतें पहा.]

(३) एका नळींत पाणी घेऊन त्यांत वायुवाहक नळीचें टोंक बुडवा. थोड्या वेळानें या पाण्यांत लिटमसचा निळा कागद टाका. तो तांबडा होतो काय ? होत असल्यास काय म्हणून ?

(४) नळकांडें उपडें धरून त्याच्या तोंडाशीं जळती मेणबत्ती आणा व आंतही न्या. मेणबत्ती जळते कां विझते ? मेणबत्ती बाहेर काढल्यावर पुन्हां तिची ज्योत कां दिसते ?

गुणधर्म:-हा वायु रंगहीन आहे. याला कुजलेल्या अंड्यासारखा घाण वास येत असून, तो विषारीही आहे. बऱ्याच प्रमाणांत हा थंड पाण्यांत विद्राव्य आहे; परंतु कढत पाण्यांत मात्र विद्राव्य नाहीं. याचा विद्रव थोड्या प्रमाणांत आम्लधर्मी आहे. हवेपेक्षां जड असल्यामुळें कार्बन-डाय-ऑक्साइडप्रमाणें हा हवेवर अधःसरण पद्धतीनें जमा करतां येतो.

हा वायु स्वतः ज्वालाग्राही आहे. याची ज्योत फिकट निळसर रंगाची आहे. तो जळतांना हवेचा पुरवठा कमी असल्यास [उदाहरणार्थ- नळकांड्यांत जळतांना] त्यापासून गंधक वेगळा होतो व पाणी बनतें. परंतु हवेचा पुरवठा भरपूर असल्यास [त्याची बारीक ज्योत हवेंत जळत असल्यास] पाणी व सल्फर-डाय-ऑक्साइड वायु हीं मिळतात.

हवेचा पुरवठा भरपूर नसल्यास-


(१) $2H_2S + O_2 = 2H_2O + 2S$

हैड्रोजन् + ऑक्सिजन् = पाणी व गंधक
सल्फाइड

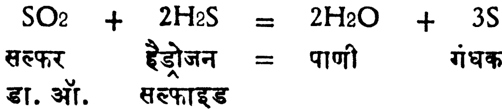
हवेचा पुरवठा असल्यास-


(२) $2H_2S + 3O_2 = 2H_2O + 2SO_2$

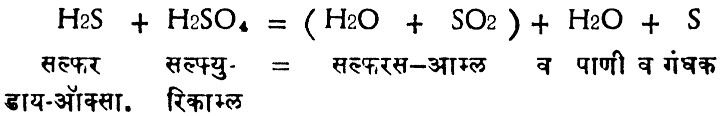
हैड्रोजन् + ऑक्सिजन् = पाणी व सल्फर-
सल्फाइड डाय-ऑक्साइड

पुष्कळ विक्रियेमध्यें वायूचे हारक गुणधर्म (Reducing Properties) दिसून येतात; ह्या पुढील विक्रिया पहा.

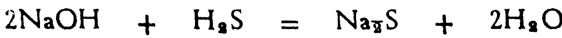
(१) ओलसर सल्फर–डाय–ऑक्साइडमध्यें हा मिसळला असतां, हा वायु त्याच्या ऑक्सिजनचें हरण करून, गंधक मोकळा करतो:–

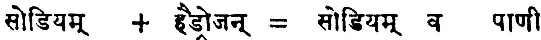


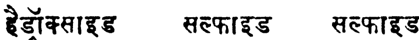
(२) हा वायु कोरडा करण्यास तीव्र सल्फ्यूरिकाम्लाचा उपयोग होत नाहीं; कारण हा वायु त्याचा ऑक्सिजन् हरण करून आपल्यांतील गंधक मोकळा करतो; आणि सल्फर-डाय-ऑक्साइड व पाणी त्याच्या-बरोबर बनतें.



(३) हैड्रोजन् सल्फाइडच्या विद्रवाचे गुणधर्म सौम्य आम्ला-प्रमाणें असतात; हें वर सांगितलें आहेच. अल्कलीवर त्याची विक्रिया होऊन त्या धातूचा सल्फाइड तयार होतो. पुढील विक्रिया पहा:––

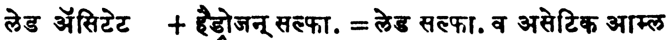






याच्यांत लेड ॲसिटेटचा कागद धरला असतां, तो काळा पडतो हें मागें सांगितलें आहे. त्यामुळें या वायूची परीक्षा करतां येते. हा काळा पड-ण्याचें कारण दोहोंमध्यें विक्रिया होऊन (काळा) लेड् सल्फाइड बनतो.





दिलेल्या लवणांचें विघटन करतांना कोणत्या धातूंचीं हीं लवणें आहेत हें ओळखण्यासाठीं या वायूचा उपयोग करतात. विशेषतः तांबें,

कथील, शिसें, बिस्मथ् यांच्या लवणांच्या विद्रवामध्यें हा वायु सोडला. तर त्या धातूच्या सल्फाईडचा साका मिळतो उदाहरणार्थः--

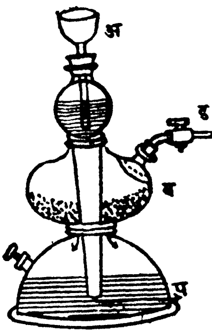


$$CuSO_4 + H_2S = H_2SO_4 + CuS$$

कॉपर सल्फेट + हैड्रोजन् = सल्फ्यूरि व कॉपर
सल्फाइड काम्ल सल्फाईड

किप्र्चें उपकरणः–मोठाल्या प्रयोगशाळेंत लवणाची परीक्षा करण्यासाठीं हैड्रोजन् सल्फाइड्चा वारंवार उपयोग करावा लागतो. वाटेल तेवढा वायूचा पुरवठा व्हावा, एवढ्यासाठीं वरील उपकरणांत वायु साठवून ठेवण्याची व्यवस्था केलेली असते.

'अ', 'ब', 'प' हीं तीन गोल पात्रें एकमेकांत बसवलेलीं असतात. अ पात्राच्या शेवटास नळीचा आकार देऊन तिचें टोंक क पात्राच्या तळाशीं आणलेलें असतें; मधल्या 'ब' पात्राला नळी असून तिला ड ही तोटी आहे. याच पात्रांत फेरस सल्फाइड ठेवतात व तें बुडे पर्यंत त्यावर ड तोटीवाटें हैड्रोक्लोरिकाम्ल ओततात व तोटी बंद करतात. आम्लाचें फेरस सल्फाइडवर कार्य होऊन हैड्रोजन् सल्फाईड उत्पन्न होतो; व त्याचा दाब द्रवावर पडूं लागतो. जसजसा दाब वाढेल तसतसें आम्ल खालच्या प पात्रांत रेटलें जातें व तेथून तें प नळीवाटें वरच्या अ पात्रांत येतें.



आकृति ८९.

ज्या वेळीं वायु पाहिजे असेल त्या वेळीं ड तोटी सोडून तो नळींतील द्रवांत काढून घेतात व पुन्हा तोटी बंद करतात.

बहुतेक मांसाहारी लोकांना कुजक्या अंड्याचा वास माहित असेलच. हा घाणेरडा वास हैड्रोजन् सल्फाईड (हैड्रोजन् व गंधक यांचा संयुग) मुळें येतो. दगडी कोळसा जाळतांना हा हवेंत थोड्या प्रमाणांत उत्पन्न होतो. प्रयोगशाळेंत फार सोप्या रीतीनें हा तयार करतां येतो. गंधक व लोखंड पुष्कळ वेळपर्यंत एकत्र तापविल्यानें जो संयुग तयार होतो (फेरस-

सल्फाईड) त्यावर हैड्रोक्लोरिकाम्ल टाकल्यावर हा वायु उत्पन्न होतो. याच्यामुळें शिशाचे रंग व चांदी काळी पडते. आगगाडीच्या इंजिनाला शिशाच्या संयुगाचे रंग न देतां जस्ताच्या संयुगाचे रंग देतात; कारण हे रंग शिशाच्या संयुगाच्या रंगाप्रमाणें काळे न पडतां पांढरे पडतात.

धातूचे सल्फाइड

(१) कांहीं धातु गंधकाबरोबर एकत्रित तापविले असतां त्या दोहोंचा संयोग होऊन जे संयुग बनतात त्यांना सल्फाइड असें म्हणतात. उदाहरणार्थ, लोखंडाचा सल्फाइड; लोखंडाचा बारीक कीस व गंधक एकत्रित तापवून हा संयुग तयार होतो. हा कांड्याचा स्वरूपांत बाजारांत विकत मिळतो. मुख्यतः याचा उपयोग हैड्रोजन् सल्फाइड तयार करण्याकडे करतात. हा रंगानें काळा असून ठिसूळ आहे.

(१) कार्बन-डाय-सल्फाइड (CS_2):-गंधकाची वाफ, तापविलेल्या कोकवरून जाऊं दिली असतां, हा सल्फाइड तयार होतो.



$$C + 2S = CS_2$$

कार्बन् + गंधक = कार्बन्-डाय-सल्फाइड.

हा रंगहीन द्रव असून सामान्य उष्णमानावरसुद्धां याची वाफ होऊं लागते. तसेंच तो फार ज्वालाग्राही आहे म्हणून ज्योतीपासून नेहमीं दूर ठेवावा. शुद्ध स्वरूपांत याचा वास गोड आहे खरा परंतु अशुद्ध असेल तर कुजलेल्या पदार्थांचा वास येतो. कांहीं धातू यांत विद्रुत होतात. म्हणून त्यांचा विद्रव करण्यासाठीं हा वापरतात. यांत गंधक व पिवळा फॉस्फरस विद्रुत होतात.

(३) ॲंटिमनी सल्फाइड् (Sb_2S_3) हें काळया रंगाचें चूर्ण असून याचा उपयोग (बिन्धोक काड्या) तयार करण्यासाठीं करतात.

या प्रकरणांतील महत्वाच्या गोष्टींचा सारांश

(१) गंधक संयुक्तावस्थेंत तसाच स्वतंत्रावस्थेंत पृथ्वीवर सांपडतो. विशेषतः ज्वालामुखी पर्वताच्या आसंमतात् याच्या खाणी बऱ्याच आहेत. तो वितळवून त्यांतील मातीचा भाग

काढून टाकतात. अधिक शुद्ध करण्यासाठीं त्याचें ऊर्ध्वपातन करतात.

(२) गंधकाचें फूल व ऱ्हाँबिक गंधक या दोन स्वरूपांत तो बाजारांत विकत मिळतो. याचा रंग फिकट पिवळा असून कार्बन्-डाय-सल्फाइडमध्यें तो विद्राव्य आहे. तो थोडासा तापविल्यानें वितळतो.

(३) बंदुकीची दारू, सल्फ्यूरिकाम्ल, सल्फर-डायॉक्साइड इ. तयार करण्यासाठीं त्याचा फार उपयोग होतो. तसेंच रबर व्हल्कनाइज करण्यासाठींही हा वापरतात. हा कृमिनाशक आहे.

(४) सल्फर-डायॉक्साइड, तांबें व तीव्र सल्फ्यूरिकाम्लाचें मिश्रण तापवून तयार करतात. हा वायु त्याच्या वासानें ओळखतां येतो. याचा विशेष गुण म्हणजे हा सौम्य 'विरंजक' आहे. हा हरणक्रियेनें 'विरंजन' करतो. हा पाण्यांत विरतो, आणि सल्फरसाम्ल बनतें.

(५) सल्फर-ट्रायॉक्साइड हा सल्फर-डायॉक्साइडपासून तयार होतो. हा पाण्यांत विरवून सल्फ्यूरिकाम्ल तयार होतें. या रीतीस 'स्पर्श-पद्धति' म्हणतात.

(६) सल्फ्यूरिकाम्ल तीव्र असल्यास, त्याचा विशेष गुणधर्म म्हणजे, त्याच्या सान्निध्यांत ठेवलेल्या पदार्थांपासून जलांश शोषून घेणें होय. या आम्लाचें धातूवर रासायनिक कार्य होऊन सल्फेट नांवाचीं लवणें बनतातच, शिवाय धातूचे हैड्रॉक्साइड, कार्बोनेट् तसेच नैट्रेट्, क्लोराइड वगैरे इतर लवणांपासूनही सल्फ्यूरिकाम्ला बरोबर विक्रिया होऊन सल्फेट बनतात, बहुतेक सल्फेट स्फटिकरूप असतात. हें आम्ल अनेक उद्योग धंद्यांत वापरलें जातें.

(७) हैड्रोजन्-सल्फाइड (सल्फ्यूरेटेड-हैड्रोजन्), आयर्न सल्फाइड व हैड्रोक्लोरिकाम्ल यांच्या विक्रियेनें तयार करतात. या वायूला कुजलेल्या अंड्यासारखा घाण वास येतो. लेड ॲसिटेटच्या विद्रवांत हा सोडला तर लेड सल्फाइडचा काळा सांका मिळतो. हीच हा वायु ओळखण्याची विशिष्ट खूण. मोठाल्या

प्रयोगशाळांतून 'किप्'च्या उपकरणांतून याचा पुरवठा करतात. कारण लवणांची परीक्षा करण्यास याचा फार उपयोग होतो, कारण अनेक धातूंच्या लवणांपासून हैड्रोजन् सल्फाइडनें त्या त्या सल्फाइडचा साका मिळतो.

(८) कार्बन-बाय-सल्फाइड, ॲंटिमनी-सल्फाइड व आयर्न सल्फाइड हीं तीन गंधकाचीं लवणें होत. यापैकीं ॲंटिमनी-सल्फाइडचा उपयोग आगकाड्याच्या कारखान्यांत होतो.

प्रश्न

(१) तळाशीं थोडें पाणी असलेल्या नळकांड्यांत गंधक जाळला तर आम्ल तयार होतें हें दाखविणाऱ्या एखाद्या प्रयोगाचें वर्णन करा.

(१९२२ मुं. वि. वि.)

(२) गंधकाच्या निरनिराळ्या अनेक रूपांचें वर्णन करा; त्यांचे गुणधर्म व उपयोग सांगा. (१९२८ मुं. वि. वि.)

(३) गंधक तापवीत असतां होणाऱ्या फेरफारांचें वर्णन करा ; सल्फर-डॉयाक्साइड वायु कसा तयार करतात ?

गंधक व सल्फरडायॉक्साइड यांच्या गुणधर्मांचें वर्णन करून उपयोग सांगा. (१९३० मुं. वि. वि.)

(४) असें केलें तर काय होईल ?

(१) सल्फर-डायॉक्साइडनें भरलेल्या नळकांड्यांत भिजलेलें रंगीत फूल टाकलें ; (२) साखरेवर तीव्र सल्फ्यूरिकाम्लाचे कांहीं थेंब टाकले ·(समीकरण द्या) ; (३) तीव्र सल्फ्यूरिकाम्लाबरोबर स्टार्च तापविला ; (४) गंधक तापविला. (५) तीव्र सल्फ्यूरिकाम्लाबरोबर सोडियम् किंवा पोटॅशिअम् नैट्रेट तापविला;

(१, २, ३,–१९३१ व ४, ५–१९३४ मुं. वि. वि.)

(५) क्लोरिन् व गंधक हे क्रियाशील मौलें आहेत हें सिद्ध करण्यासाठीं तुम्ही कोणते प्रयोग कराल ?

(६) गंधक व कार्बन यांच्या गुणधर्मांची तुलना करा.

(७) सृष्टींत गंधक कोणत्या स्वरूपांत आढळते ?

(८) सल्फर-डायॉक्साइड व क्लोरिन् यांच्या विरंजक गुणधर्मांची तुलना करा.

(९) सल्फर-डायॉक्साइड पाण्यांत विद्राव्य आहे हें दाखविण्यासाठीं तुम्ही कोणता प्रयोग कराल ? वर्णन करा.

उत्तर'-अमोनियाच्या कारंजाचा प्रयोग पहा. पान २१८ पहा.

(१०) सहायक (Catalytic agent) कोणास म्हणावें ? उदाहरणें देऊन स्पष्ट करा. साहायकता (Catalysis) म्हणजे काय ?

उत्तरः-नुसत्या सान्निध्यानें जे पदार्थ रासायनिक कार्य जलद घडवून आणण्यास मदत करतात, व त्याच्या शेवटीं आपली पूर्वींची घटना व वजन कायम ठेवतात त्यांना सहायक असें म्हणतात, व या पद्धतीला सहायकता असें म्हणतात, उदाहरणें, ऑक्सिजन् तयार करतांना मँगॅनीज डायॉक्साइड, पोटॅशिअम् क्लोरेटमध्यें मिसळतात. (२) सल्फर-ट्रायॉक्साइड तयार करतांना प्लॅटिनाइज्ड ॲसबेस्टॉसचा उपयोग करतात.

(११) सौम्य सल्फ्यूरिकाम्लामध्यें वेगवेगळे पुढील पदार्थ (लवणें) टाकले तर काय होईल ? (१) लोखंड (२) तांबडा लिटमसचा द्रव (३) वॉशिंग सोडा. शक्य तेथें समीकरणें द्या.

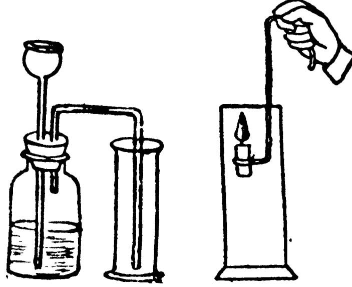
(१९२९ मुं. वि. वि.)

(१२) सल्फ्यूरिकम्लाचे उपयोग व गुणधर्म सांगा. एक मुलगा तीव्र सल्फ्यूरिकाम्लांत पाणी घालूं लागला तर तुम्ही त्याला तसें न करण्याबद्दल कां सांगाल ?

(१३) हैड्रोजन् सल्फाइड किती रीतीनें करतां येईल ? त्याचे विशेष गुणधर्म काय ? हा वायु कसा ओळखावा ?

(१४) ' किप् ' च्या उपकरणाचें वर्णन करा.

(१५) एका मुलानें सल्फर–डायॉक्साइड व त्याचे सामान्य गुणधर्मांचे विवेचन करतांना पुढील आकृति काढल्या तर त्या बरोबर आहेत कां चूक हें सांगून, चुकल्या असल्यास त्यांत कोणत्या चुका आहेत तें सांगा.



———

प्रकरण १७ वें

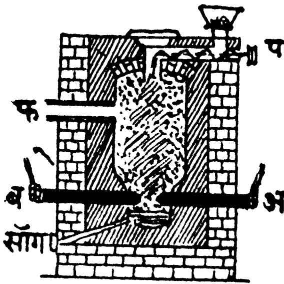
फॉस्फरस्

अकस्मिक् लागलेला शोध–दुसऱ्या चार्लसच्या कारकीर्दीत (१६७० मध्यें) हँबर्गचा एक डॉक्टर–ब्रँड्–परिसाच्या शोधासाठीं कांहीं प्रयोग करीत होता. मूत्र आटवून त्यांतील पाण्याचा बराच अंश बाहेर काढून लाविल्यावर त्यांत वाळू व कोळसा मिसळून त्याचें त्यानें उर्ध्वपातन केले. त्यामध्यें त्याला अंधारांत प्रकाश देणारा पदार्थ मिळाला. प्रकाश देण्याच्या याच्या गुणामुळें याला फॉस्फरस (I bear light) असें नांव दिलें गेलें. राजाच्या दरबारांत नेऊन हा पदार्थ डॉक्टरनें सर्वांना दाखविला. त्या वेळीं रॉबर्ट बॉइलनें तो पाहिला व त्याच्याच रीतीने आपण स्वतः तयार केला. हाडाच्या राखेपासून फॉस्फरस तयार करण्याची रीत प्रथम शील यानेंच शोधून काढली. परंतु कॅलशिअम् फॉस्फेरपासून सध्यां विद्युत्–प्रवाहानें फॉस्फरस् काढण्याची रीत अधिक प्रचारांत आहे. हा मौल असल्याचें प्रथम लव्हॉयजे यानें दाखविलें. मनुष्याच्या हाडांत शेकडा ६० भाग कॅलशिअम् फॉस्फेट असतो.

सृष्टीमध्यें हें मौल स्वतंत्रावस्थेंत केव्हांही सांपडत नाहीं. परंतु त्याचे संयुग मात्र सर्वत्र विखुरले आहेत. बहुतेक सुपीक जमिनींत हा कॅलशिअम्–फॉस्फेटच्या स्वरूपांत असतो. तसेंच अॅपॅटाईट नांवाच्या खनिज पदार्थांतही याचा पुष्कळ अंश असल्याचे दिसून येतें. प्राण्यांना लागणारा कॅल्शिअम्–फॉस्फेट त्यांना त्याच्या अन्नामधून मिळतो. व वनस्पतींना जमिनीपासून मिळतो.

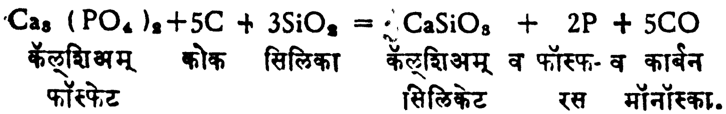
फॉस्फरस कसा तयार करतात ?

कोक, वाळू व 'कॅलशिअम्–फॉस्फेट' याचें मिश्रण करून विद्युत् भट्टींत तें तापवितात. त्यावेळीं तीव्र उष्णतेमुळें कॅलशिअम् फॉस्फेट विघटित होतो. वितळलेला **कॅलशिअम् सिलीकेट** (fusible slag) भट्टीच्या तळाशीं जमतो व फॉस्फरसची वाफ व कार्बन–मॉनॉक्साइड वर जातात.



त्यापैकीं फॉस्फरसची वाफ पाण्याच्या प्रवाहाखालीं नळ्यांत धरून थंड करतात. त्या ठिकाणीं फॉस्फरसला स्थाणुरूप प्राप्त होतें. त्याच्या कांड्यावरून विकतात. ही विक्रिया पुढीलप्रमाणें होतेः–

आकृति १०.



$Ca_3(PO_4)_2 + 5C + 3SiO_2 = 3CaSiO_3 + 2P + 5CO$

कॅल्शिअम् फॉस्फेट — कोक — सिलिका — कॅल्शिअम् सिलिकेट — व फॉस्फरस — व कार्बन मॉनॉक्साइड.

फॉस्फरस हा अनेकरूपाचा मौल (allotropic element) आहे. त्याचीं अनेक रूपेंही बरींच आहेत; परंतु त्यांपैकीं फक्त दोहोंचाच (पिवळा आणि तांबडा फॉस्फरस) येथें थोडक्यांत विचार करावयाचा आहे.

प्रयोग ८७ वा:–पिवळ्या फॉस्फरसचे गुणधर्म पाहणें:– चिमट्यानें पिवळ्या फॉस्फरसचा तुकडा बाटलींतून काढून घ्या. तो थोडा वेळ हवेंत धरा. त्याच्यापासून वाफा कोणत्या रंगाच्या व काय म्हणून निघतात? तो पाण्यानें भरलेल्या पातेल्यांत ठेवून चाकूनें त्याचा तुकडा कापा. नवीनच कापलेल्या भागाचा रंग इतर भागाच्या रंगासारखाच असतो काय?

एका नळींत थोडेसें कार्बन–डाय–सल्फाईड घ्या. त्यांत तो तुकडा टाका. तुम्हांला तो विरल्याचें दिसेल. हा विद्रव जाळणीच्या कागदावर ओता. थोडा वेळ थांबा. पहा, आपोआप गाळणीचा कागद् पेट घेतो. (कां?) जमल्यास क्लोरिन् वायूमध्यें दुसरा एक तुकडा टाकून पहा. तोही आपोआप पेट घेतो. याचा तुकडा अंधाऱ्या खोलींत नेऊन पहा. तो चकाकतो, कां नाहीं?

बशींत थोडें पाणी घ्या. त्यांत याचा तुकडा ठेवा. स्पिरिटच्या मंद दिव्यावर तापवा. पाण्यांत उष्णमापक धरून उष्णमान पहा ३४°

सें. वर तो वितळतो. (इंडीखालीं पिवळा फॉस्फरस जाळून मागें केलेला प्रयोग ३१ पहा.)

गुणधर्मः-परमाणु भार ३१, वि. गु. १·८२, वितळण्याचा बिंदु ४४·१, उत्कलन बिंदु २८७° सें.

फॉस्फरसचा रंग पिवळसर असून, तो मेणासारखा मऊ स्फटिकाकृति परंतु विषारी आहे. तो नेहमीं कांड्याच्या स्वरूपांत मिळतो. या कांड्या चाकूनें कापतां येतात. त्याला एक प्रकारचा (Garlic) वास येतो. पाण्यांत अविद्राव्य असल्यामुळें हा नेहमीं त्यांतच ठेवतात. (कां?) कार्बन्-डाय-सल्फाइडच्या विद्रवांत हा विरतो. हा विद्रव गाळणीच्या कागदावर ओतला तर कार्बन्-डाय-सल्फाइड वाफरून जातो व कागदावर सर्वत्र फॉस्फरसचे बारीक कण विखुरलेले रहातात. त्यामुळें तो तावडतोब पेट घेतो. पिवळ्या फॉस्फरसचा तुकडा क्लोरिनमध्यें टाकला तरसुद्धां आपोआप पेट घेतो.

याचा विशेष लक्ष्यांत ठेवण्याजोगा गुणधर्म म्हणजे सामान्य उष्णमानावरही ऑक्सिजन्शीं संयुक्त होणें. हा हवेंत मोकळा धरला असतां याच्यापासून निघणाऱ्या पांढऱ्या वाफा स्पष्ट दिसतात. या वाफा म्हणजेच त्याचा ऑक्सिजन्शीं संयोग होऊन बनलेला फॉस्फरस पेंटॉक्साइड. हा ३४° सें. वरच पेट घेतो. याच्या ज्योतीचा प्रकाश पांढरट असून जळतांना बनणाऱ्या वाफाही पांढऱ्या रंगाच्या असतात. अंधारांत धरला असतां हा चकाकतो.

तांबडा फॉस्फरस कसा तयार करतात ?

मोठ्या प्रमाणावर तांबडा फॉस्फरस पुढील रीतीनें तयार करतात. पिवळा फॉस्फरस मोठ्या लोखंडी भांड्यांत ठेवून व त्यांतली हवा काढून घेऊन (म्हणजे भांड्यांतील भाग निर्वात करून) तो २५० सें. पर्यंत तापवितात व अगदीं थोड्या प्रमाणांत सहायक म्हणून आयोडिन्चा एखादा स्फटिक वापरतात. इतकेंही करून पिवळ्या फॉस्फरसचे कांहीं कण राहिल्यास भांड्यांत तयार झालेला सर्व पदार्थ कॉस्टिक सोड्यामध्यें घालून उकळवितात. शिल्लक राहिलेला तांबडा फॉस्फरस पाण्यांत धुवून वाळवितात.

निष्क्रिय हवेंत २५०° सें. तापविणें (सहायक आयोडिन्)
पिवळा फॉस्फरस ⟶
⟵ तांबडा फॉस्फरस
निष्क्रिय हवेंत खूप तापवून त्याची वाफ एकदम थंड करणें.

प्रयोग ८८ वा:–तांबड्या फॉस्फरसचे गुणधर्म पाहणें:–याची थोडीशी पूड काढून बशींत घ्या. याचा रंग पहा. याला वास आहे काय? यावरून तुम्ही काय अनुमान काढाल? हा पाण्यांत कां ठेवला नाहीं? हवेंत मोकळा धरला तर यांतून पिवळ्या फॉस्फरसप्रमाणें वाफा निघतात काय? पाण्यांत व कार्बन् डाय सल्फाइडमध्यें टाकून हा विरघळतो कीं काय तें पहा. हा अंधारांत चकाकतो काय तें पहा. तसेंच एका बशींत याची पूड ठेवून तापवा. हा जळूं लागल्यानंतर त्यापासून कोणत्या रंगाच्या वाफा निघतात? या वाफा व पिवळा फॉस्फरस जाळून बनलेल्या वाफा एकाच रंगाच्या आहेत काय? असल्यास यावरून तुम्ही काय अनुमान काढतां?

गुणधर्म–परमाणु भार ३१, वि. गु. २·११. वितळण्याचा बिंदु ५००–६००° सें.

हें फॉस्फरसचें दुसरें 'अनेकरूप' आहे. याचा रंग जांभळट तांबडा असतो. हा विषारी नाहीं. हा चूर्णरूप (Amorphous powder) असावा असा पूर्वी समज होता; परंतु अलीकडे त्याचें स्फटिकाकृति लहान कण (Small rhomthedral crystals) असल्याचें दिसून आलें आहे. पाण्यांत, कार्बन–डाय–सल्फाइड किंवा क्लोरोफॉर्ममध्येंही हा विरघळत नाहीं. याच्यावर हवेचा फारसा परिणामही होत नाहीं. अंधारांत हा चकाकत नाहीं. हवेंत तापविला तर २५०° सें. ला हा पेट घेत असल्यामुळें, याला हात लावला तर पिवळ्या फॉस्फरसप्रमाणें कांहीं इजा होत नाहीं. क्लोरिनमध्येंसुद्धां हा आपोआप पेट घेत नाहीं. तापविला तरच पेट घेतो. निर्वात जागीं तापवूनच याचा वितळण्याचा बिंदु ठरविला आहे.

उपयोग–महायुद्धांत जहाजांतून होणाऱ्या सैन्याच्या हालचाली शत्रूस कळूं नयेत म्हणून थोडासा फॉस्फरस मिसळलेले गोळे तोफेंतून

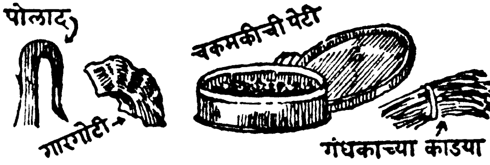
सोडीत. त्यामुळें मागच्या बाजूस पांढऱ्या रंगाचा धूर धुक्याप्रमाणें पसरून राही. परंतु यापेक्षां याचा महत्वाचा उपयोग आगकाड्याच्या कारखान्यांत होतो. त्याचें कारण याचें शीघ्र ज्वालाग्राहित्व [Inflammability). थोड्या वर्षांपूर्वी ' ल्यूसीफर ' आगकाडी तयार करण्यासाठीं पिवळ्या फॉस्फरसचा उपयोग करीत; परंतु त्याच्या विषारी· पणामुळें आतां त्याचा उपयोग करण्यास कायद्यानें बंदी केली आहे. सध्यां घर्षणानें पेटणाऱ्या आगकाड्या किंवा बिनधोक काड्या (Safety matches) फार उपयोगांत आहेत.

आगकाड्या कशा करतात याचा विचार करण्यापूर्वी त्या निघण्या-पूर्वी मनुष्य विस्तव कसा निर्माण करीत असे याच्याबद्दल आपण थोडासा विचार करूं.

विस्तव–पृथ्वीवर मनुष्य राहूं लागल्यास आज लाखों वर्षांचा काळ लोटला आहे. सृष्टींतील एकेका शक्तीचें ज्ञान त्यास हळुहळूं मिळत गेलें असलें पाहिजे. पहिल्या प्रथम जर त्यास कोणत्या उपयुक्त शक्तीचें ज्ञान झालें असेल तर तें विस्तवाचें. आकाशांत विजा चमकतांना, जागृत ज्वालामुखीच्या तोंडांतून तप्त रस बाहेर पडतांना, अरण्यांत फार मोठ्या प्रमाणावर वणवे लागतांना, किंवा भूमिगत तेलें असलेलें जमि-नीचे प्रदेश पेटतांना, त्याला विस्तवाची ओळख झाली असावी. याप्रमाणें फार मोठ्या प्रमाणावर सृष्टींतील अग्नीच्या विराट स्वरूपाकडे पाहून मनुष्याला त्याबद्दल भितियुक्त आदर वाटला असावा; व म्हणूनच वरील कोणत्याही कारणानें उत्पन्न झालेला विस्तव घरीं आणून त्याची पूजा करण्याचा (अग्निपूजा) प्रघात पडला; अजूनसुद्धां जगाच्या पुष्कळ भागावर अग्निपूजा चालूं आहे.

विस्तवाचा उपयोग करण्यास फक्त मनुष्यच शिकला हें निश्चित. पहिल्या प्रथम तोसुद्धां घरीं विस्तव करण्यास कसा शिकला असावा, याबद्दल निश्चित माहिती उपलब्ध नाहीं. पृथ्वीच्या पाठीवर अग्नि उत्पन्न करण्याची पूर्वी एकच पद्धत प्रचारांत होती. ती म्हणजे 'घर्षण'. शिवाय, रोमन लोक सूर्याचे किरण कॉन्व्हेक्स लेन्समधून शीघ्र ज्वालाग्राही पदार्थावर केंद्रीभूत करून विस्तव तयार करीत असत असें जुन्या ग्रंथा-

तून लिहिलें आहे. ऑस्ट्रेलिया, दक्षिण आफ्रिका, किंवा अमेझॉन नदीच्या खोऱ्यांतील मूळचे रहिवाशी ह्या घर्षणाच्या पद्धतीचा अजूनही उपयोग करतात. लांकडाच्या एका फळीला भोंक पाडून त्या भोंकांत दुसऱ्या काठीचें टोंक दाबून धरून तें रवीप्रमाणें घुसळतात. घर्षणामुळें ठिणगी उत्पन्न होऊन ती जवळ ठेवलेल्या वाळलेल्या पाचोळ्यावर पडते व तो पेट घतो. यापेक्षां सुधारलेली पद्धत म्हणजे '**चकमक**'. यांत गारगोटी व पोलाद यांचा उपयोग करतात. अजून पुष्कळ खेड्यांत अडाणी लोक तंबाखू ओढतेवेळीं चकमकीनें विस्तव पेटवितात. रासायनिक पद्धतीनें विस्तव (आगकाडी) उत्पन्न करावयास लागून पुरतीं १०० वर्षेंसुद्धां झालीं नाहींत.



आकृति ९१.

प्रयोग ८९ वा:–अँटिमनी सल्फाइड व पोटॅशिअम् क्लोरेटचें मिश्रण (सारख्या प्रमाणांत) तयार करा व त्यांत २।४ कण तांबडें फॉस्फरस टाका. स्पिरिट्‌च्या दिव्यावर तापवा, व कांचेच्या काडीनें ढवळा. थोड्या वेळांत तें पेट घेतें कां नाहीं तें पहा.

(१) **आगकाड्या**–पहिल्या प्रथम आगकाड्या तयार करण्यासाठीं पोटॅशियम्–क्लोरेट व साखर यांचें मिश्रण करून त्यांत थोडासा डिंक घालून चिकटपणा आणीत. काड्यांचे तुकडे या मिश्रणाच्या लुकणांत बुडवून वाळवीत. या काड्या पेटविण्यासाठीं तीव्र गंधकाम्लामध्यें बुडवाव्या लागत. (प्रयोग पहा) अर्थात् जवळ तीव्र सल्फ्यूरिकाम्लाची कुपी बाळगावी लागे. आम्लाच्या तीव्र गुणधर्मामुळें ही कुपी सर्वांनीं जवळ बाळगणें धोक्याचें होतें म्हणून या आगकाड्या लोकप्रिय झाल्या नाहींत.

(२) **घर्षणानें पेटणाऱ्या आगकाड्या**–या काड्यांच्या गुलामध्यें अँटिमनी, सल्फाइड व पोटॅशिअम् क्लोरेटचें मिश्रण असे. पेटविण्यासाठीं हें गुल सँडपेपरच्या घडीमध्यें धरून जोरानें घासावें लागे. या उष्णतेमुळें

सल्फाइडमधला गंधक पोटॅशिअम् क्लोरेटमधील ऑक्सिजनशीं संयुक्त होई व काडी पेट घेई.

सध्यां आपणास जी कारखान्यांची वाढ झालेली दिसते त्या सर्वांमध्यें पूर्वी पिवळा फॉस्फरस वापरीत असत. "जुनी कोठेही ओढलें" तर पेटणाऱ्या ल्यूसीफर काडीचीं टोकें प्रथम गंधक किंवा मेण याच्या विद्रवांत बुडवीत. नंतर पोटॅशिअम् क्लोरेट (पुष्कळसा ऑक्सिजन् देऊं शकणारा) पिवळा फॉस्फरस आणि थोडासा डिंक यांच्या मिश्रणांत बुडवीत व वाळवीत. ही काडी कोणत्याही खरबरीत पृष्ठभागावर ओढली तर पेटत असे. कारण घर्षणाच्या उष्णतेनें प्रथम फॉस्फरस पेट घेई; त्याच्या ज्वलनास लागणारा ऑक्सिजन् त्याला पोटॅशिअम् क्लोरेटपासून मिळे. ही ज्योत काडीच्या दुसऱ्या टोंकापर्यंत नेण्याचें काम वितळलेलें मेण किंवा गंधक करीत असे. या कारखान्यांत काम करणाऱ्या लोकांस नेहमीं पिवळा फॉस्फरस वापरावा लागल्यानें, "फॉसीजॉ" नांवाचा घातुक रोग होई. आतां सर्व कारखान्यांतून आगपेट्या तयार करण्यास तांबडा फॉस्फरस वापतात. हा विषारी नाहीं. अगर याच्या वापरण्यानें कोणतेही रोग होण्याचा संभव नाहीं. या काड्यांचीं टोकें 'ॲंटिमनी सल्फाइड,' पोटॅशिअम्-क्लोरेट, पोटॅशिअम्-डाय-क्रोमेट व डिंक् यांच्या मिश्रणांत बुडवितात. या मिश्रणांत फॉस्फरस कोठेंच वापरत नाहींत. ही काडी पेटविण्यासाठीं मुद्दाम तयार केलेल्या कागदाच्या पृष्ठभागावर ओढावी लागते. या पृष्ठभागाला ॲंटिमनी सल्फाइड, थोडासा तांबडा फॉस्फरस, बारीक कांचेची पूड यांचें मिश्रण फासतात. या काड्यांनाच 'बिनधोक' असें म्हणतात. कारण, त्या न कळत पेटण्याची भीति नसते.

अगदीं अलीकडे आणखी एका 'अनेकरूपाच्या' फॉस्फरसचा शोध लागला आहे. याला 'जांभळा फॉस्फरस' असें म्हणतात. तो किंवा फॉस्फरस व गंधक यांचा फॉस्फरस सल्फाइड नांवाचा संयुग (P_4S_3) पिवळ्या फॉस्फरसच्या ऐवजीं 'कोठेंही ओढलें तरी' पेटणाऱ्या किंवा ल्यूसीफर काडीच्या गुलाचें मिश्रण करण्यासाठीं वापरतात. कारण फॉस्फरस बिलकूल विषारी नाहीं; किंवा त्याच्यापासून रोग होण्याचा संभव नाहीं.

या प्रकरणांतलि महत्त्वाच्या गोष्टींचा सारांश.

(१) फॉस्फरस सृष्टींत स्वतंत्रावस्थेंत सांपडत नाहीं; परंतु त्याचे संयुग सर्वत्र विखुरले आहेत.

(२) कोक, वाळू व कॅल्शिअम् फॉस्फेट यांचें मिश्रण करून विद्युत्भट्टींत तापविल्यानें पिवळा फॉस्फरस वेगळा होतो.

या मौलाचीं दोन ‘ अनेकरूपें ’ आहेत. (१) पिवळा फॉस्फरस, (२) तांबडा फॉस्फरस. पहिला विषारी व शीघ्र ज्वालाग्राही आहे व दुसरा तसा नाहीं.

(३) दोन्ही रूपांमध्यें तो जाळला असतां फॉस्फरस पेंटॉक्साइड नांवाचा पांढरा वायुरूप संयुग बनतो.

(४) फॉस्फरसाचा उपयोग आगकाड्याच्या कारखान्यांत होतो.

(५) पूर्वी विस्तव [अ] घर्षण, [ब] लेन्समधून सूर्याचे किरण केंद्रीभूत करून, [क] किंवा चकमकीच्या योगानें, उत्पन्न करीत.

(६) अलिकडे विस्तवासाठीं आगकाड्या वापरतात. (१) खरखरीत पृष्ठभागावर ओढल्या तर पेटणाऱ्या, (२) बिनधोक (Safety) आगकाड्या.

प्रश्न

(१) फॉस्फरसचीं निरनिराळीं रूपें सांगा. त्यांचे उपयोग व गुणधर्म सांगा. (१९२८, १९३१, १९३४. मुं. वि. वि.)

(२) मुद्दाम तयार केलेल्या पृष्ठभागावर आगकाडी ओढली म्हणजे कोणती रासायनिक क्रिया घडून येते ? (१९३२ मुं. वि. वि.)

(३) आगकाड्या कशा तयार करतात यावर टिपण लिहा. (१९२१ मुं. वि. वि.)

(४) कारण देऊन जरूर तर दुरुस्त करा:—

बिन्धोक काड्याच्या गुलामध्यें पिवळा फॉस्फरस वापरतात. (१९३० मुं. वि. वि.)

(५) फॉस्फरसचा मुळांत शोध कोणी लाविला ?

(६) पिवळ्या व तांबड्या फॉस्फरसचें एकमेकांत रूपांतर कसें करतां येईल ?

———

प्रकरण १८ वें

कॅलशिअम् व त्याचे संयुग

कॅलशिअम्

हासुद्धां रासायनिक दृष्टया फार क्रियाशील असल्यामुळें स्वतंत्रावस्थेंत फारसा सांपडत नाहीं. इ. स. १७८९ सालीं लव्हॉयजे यानें मौलाची यादी प्रसिद्ध केली. तींत चुनकळीचा समावेश केला होता. तोंपर्यंत कोणालाही चुनकळी विघटित करून त्यापासून भिन्न गुणधर्मांचे पदार्थ काढतां आले नव्हते. सर हंप्रे डेव्ही यानें इ. स. १८०८ मध्यें कॅलशिअम् क्लोराइडपासून विद्युत्-प्रवाहाच्या सहायानें कॅलशिअम् प्रथम वेगळा केला. दिसण्यांत जरी हा सोडियमसारखा दिसला तरी, तितकासा तो महत्त्वाचा नसावा असें त्यास वाटलें. हें नवें मौल हवेंत उघडें ठेवलें तेव्हां काळसर झालें; तसेंच ऑक्सिजनमध्यें जाळलें असतां बनलेल्या कॅलशिअम्—ऑक्साइडचे गुणधर्म, चुनकळीच्या गुणधर्मासारखे असल्याचें त्यास आढळून आलें. यावरून त्यानें (डेव्ही) चुनकळी मौल नसून कॅलशिअम् व ऑक्सिजन् यांचा संयुग (कॅलशिअम् ऑक्साइड) असल्याचें दाखविलें. हा संयुग व कार्बन—डायॉक्साइड यांचा संयोग होऊन कॅलशिअम्—कार्बोनेट बनतो. कोणताही कार्बोनेट ऑक्साइडच्या संयोगानें झालेला असतो व त्यांपैकीं एक त्या मौलाचा ऑक्साइड व दुसरा कार्बन—डायॉक्साइड असतो.

कॅलशिअम्चे संयुग मात्र सृष्टींत निरनिराळया स्वरूपांत विखुरले आहेत. त्यांपैकीं सर्वांत महत्वाचा म्हणजे कॅलशिअम्-कार्बोनेट ($CaCO_3$) हा होय. हा निरनिराळ्या स्वरूपांत सांपडतो. त्यांतलें मुख्य म्हणजे खडू, चुनखडी, संगमरवर हे होत. ज्यूलिअस सीझरनें जेव्हां इंग्लंडच्या भूमीवर प्रथम पाय ठेवला, तेव्हां त्याला डोव्हर येथें पांढऱ्या रंगाचे दगड दिसले म्हणून त्यानें इंग्लंडला पांढरी भूमी असें नांव दिलें. या ठिकाणीं चुनखडीच्या टेकडया होत्या. चुनखडी हें कार्बोनेटचें रूप होय. परंतु संगमरवर व कॅलेसाइट हे स्फटिकाकृति आहेत.

कॅलशिअम्-सल्फेट ($CaSO_4$, 2HO) जिप्सम् सॉल्ट या स्वरूपांत कित्येक ठिकाणीं खाणींत तो सांपडतो. कॅलशिअम्-फॉस्फेट सर्वत्र सुपीक जमिनींत व प्राणिमात्राच्या हाडांमध्यें पुष्कळ प्रमाणांत आढळून येतें.

खडू,* चुनखडी, किंवा संगमरवर (कॅलशिअम् कार्बोनेट ($Ca\,CO_3$)

खडू, चुनखडी किंवा संगमरवरी दगड रासायनिक दृष्ट्या एकच होत; म्हणून तीं कॅलशिअम्-कार्बोनेट या एकच नांवानें ओळखलीं जातात. चुनखडी किंवा संगमरवर यास जें आजचें रूप दिसतें त्याचें कारण, पृथ्वीच्या पोटांतील उष्णता व दाब यांचा परिणाम त्यांच्यावर झालेला आहे. चुनखडी किंवा संगमरवर यांमध्यें वेगवेगळ्या रंगाच्या छटा दिसतात. कारण, यांत दुसरे पदार्थ मिसळलेले असतात.

चुनखडी, किंवा संगमरवर यांचा उपयोग इमारत बांधण्यासाठीं केव्हां करूं लागले याबद्दलचा पुरावा उपलब्ध नाहीं. फार प्राचीनकाळीं हिंदुस्थानांत, तसेंच इटलीमध्यें, संगमरवरी दगडाच्या सुंदर इमारती व देवळें बांधीत असत. दोन हजार वर्षांपूर्वी बांधलेलीं देवळें आज अगदीं नवीन बांधल्यासारखीं दिसतात.

चुनखडी भाजून त्यापासून पूर्वी चुना (Quick lime) चुनकळी बनवीत असत; परंतु या भाजण्यांत रासायनिक क्रिया काय घडे याचें खरें ज्ञान १८ व्या शतकापर्यंत कोणास झालें नाहीं. जोसेफ ब्लॅक यानें चुनखडी भाजून रासायनिक विक्रिया कोणती होते याचें खरें विवरण केलें.

प्रयोग ९० वाः- चुनखडीपासून चुनकळी तयार करणें व त्याच्या गुणधर्मांची परीक्षा करणेंः-बाजारांतून आणलेला चुनखडीचा दगड किंवा संगमरवर याचा तुकडा घेऊन त्याचें परीक्षण करा. त्याचा रंग चुन्याप्रमाणें पांढरा असतो काय ? तो हाताला टणक लागतो काय ? त्याचा तुकडा करावयाचा झाल्यास तो हातानें मोडतां येतो काय ? एक तुकडा पाण्यांत टाका तो पाण्यांत विरतो काय ? या खड्यावर ओला निळा किंवा तांबडा

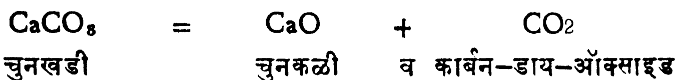
---

* फळयावर लिहिण्याचा खडू नव्हे.

लिटमसचा कागद चोळा; त्यावर कांहीं परिणाम होतो काय? पुन्हां एक लहानसा तुकडा घेऊन तो स्टोव्हच्या ज्योतीवर ठेवून खूप वेळ तापवा. नंतर ओला तांबड्या लिटमसचा कागद त्याच्यावर ठेवा. तांबडा कागद निळा झाल्याचें तुम्हांस दिसून येईल.

नळींत थोडेसें पाणी घेऊन यांपैकीं थोडीशी पूड त्यांत टाका. ही पूड तळाशीं बसेपर्यंत थोडा वेळ थांबा. नंतर वरच्या विद्रवांत तांबडा लिटमसचा कागद धरा. तो निळा होतो काय? यावरून चुनकळीची थोडीशी पूड पाण्यांत विद्रुत होत असली पाहिजे.

चुनखडी भाजली असतां होणारा बदलः-चुन्याच्या निवळींत कार्बन-डाय-ऑक्साइड वायु जाऊं दिला असतां होणारा बदल तुम्हीं पूर्वी पाहिला आहेच. त्यावरून कार्बन-डाय-ऑक्साइड व चुनकळी यांच्या संयोगानें चुनखडी बनत असल्याचें तुम्हांस कळलें असेल. या चुनखडीचा चुनकळीप्रमाणें तांबड्या लिटमसच्या कागदावर कांहीं परिणाम होत नाहीं; परंतु ती भाजून त्यापासून जो पदार्थ मिळतो तो ओलसर तांबड्या लिटमसच्या कागदावर ठेवला तर निळा होतो. यावरून चुनखडी भाजली असतां त्यामध्यें कांहींतरी रासायनिक विक्रिया होते.



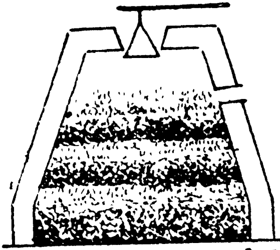
$$CaCO_3 = CaO + CO_2$$

चुनखडी = चुनकळी व कार्बन-डाय-ऑक्साइड

चुनकळीचा उपयोग

प्रयोगशाळेत चुनकळी 'कोरडेपणा उत्पन्न करणारा पदार्थ' (Drying agent) म्हणून फार उपयोगी आहे. औद्योगिक दृष्ट्या सीमेंट व कॅलशिअम् कार्बाइड तयार करण्याच्या कारखान्यांत तिचा उपयोग करतात. मातींतील आम्लता (Acidity) नाहींशी करण्यासाठीं, तसेंच जंतूंचा नाश करण्यासाठीं शेतांतील जमिनीवर पसरतात. जनावराच्या कातडीवरील चरबी व केंस नाहींसे करण्यासाठींसुद्धां याचा उपयोग करतात.

चुनकळीचा याप्रमाणें व्यवहारांत बराच उपयोग होत असल्या-



आकृति ९२.

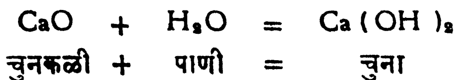
मुळें मोठ्या प्रमाणावर पुढें सांगितल्याप्रमाणें तयार करतात. चुनखडी एक थर व त्यावर एक कोळशाचा थर, याप्रमाणें भट्टींत थर रचून वरूनही त्याप्रमाणें पुन्हां थर घालण्याकरतां सोयीचा लहानसा दरवाजा ठेवलेला असतो. भट्टींत हवाही भरपूर मिळेलशी व्यवस्था केलेली असते. कारण, तसा पुरवठा न झाल्यास विक्रिया उलट सुलट होऊं लागते.

जसजसा कोळसा जळून जातो तसतशी चुनकळी खालीं खचते व ठराविक वेळाच्या अंतरानें ती काढून घेतली जाते. या चुनकळींत बरीच राख मिसळलेली असते. राख न मिसळलेली चुनकळी तयार करावयाची झाल्यास निराळ्या प्रकारच्या भट्टींत चुनखडी तापवितात. परंतु एकंदरींत ही रीत फार खर्चाची पडते.

शुद्ध चुनकळी कठीण व पांढऱ्या रंगाची असते व ती कॅलसाईट व संगमरवर भाजून तयार करतात.

चुना [Slaked Lime] $Ca(OH)_2$

चुनकळीवर पाणी टाकल्यावर तो फुगतो, फुटतो व शेवटीं त्याचा भुगा (पांढरी पूड) होतो. याला चुना असें म्हणतात. जर चुनकळींत पाण्याचें प्रमाण अधिक झालें तर, चुन्याची पातळ रबडी बनते व कांहीं वेळानें ती खालीं तळाशीं बसते व वरच्या बाजूस चुन्याची निवळी राहते. चुनकळी फुटतांना फार मोठ्या प्रमाणांत उष्णता बाहेर पडते. यावरून चुनकळी व पाणी यांची कांहीं तरी विक्रिया होत असली पाहिजे हें उघड आहे.

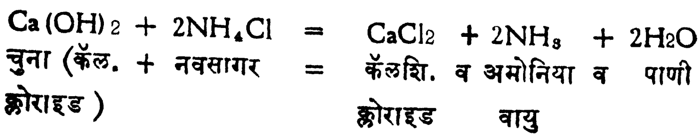


$$CaO + H_2O = Ca(OH)_2$$

चुनकळी + पाणी = चुना

चुन्यालाच कॅलशिअम् हैड्रॉक्साइड असें म्हणतात. हा पाण्यांत फारसा विरत नाहीं. एक लिटर पाण्यांत फक्त १·७ ग्रॅमच चुनकळी विद्राव्य आहे. याच्या विद्रवास चुन्याची निवळी म्हणतात हें वर सांगितलें आहेच. हिला एक विशेष चव असून ती अल्कधर्मी आहे.

हाडांची चांगली वाढ होण्यास लहान मुलांना चुन्याची निवळी देतात. शिवाय, प्रयोगशाळेंतही कार्बन–डायॉक्साइडची परीक्षा पाहण्यास हिचा उपयोग करतात. चुनकळी किंवा चुना यांची अमोनियमच्या लवणा-बरोबर इतकी त्वरित विक्रिया होते कीं नवसागर व चुना एकत्रित करून थोडासा चोळल्याबरोबर अमोनिया वायु निघूं लागतो; त्याच्या वासा-वरून आपणांस त्याची चटकन् ओळख पडते.



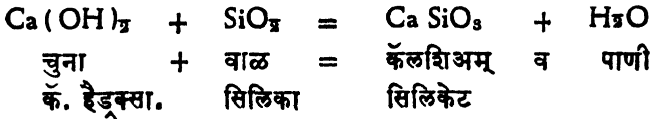
$$Ca(OH)_2 + 2NH_4Cl = CaCl_2 + 2NH_3 + 2H_2O$$

चुना (कॅल. + नवसागर = कॅलशि. व अमोनिया व पाणी
क्लोराइड) क्लोराइड वायु

उपयोगः–विरंजक चूर्ण (Bleaching Powder) किंवा कॉस्टिक सोडा तयार करण्यासाठीं मोठाल्या कारखान्यांत चुन्याचा उपयोग करतात. अमोनियाच्या विद्रवापासून तो वेगळा करण्यासाठीं कोल गॅसच्या कारखान्यांत, उपयोगांत आणतात; परंतु याचा सर्वांत मोठा उपयोग म्हणजे घाणीचा चुना (Mortor) तयार करण्यासाठीं होय.

मॉर्टरः–चुन्याच्या दाट रबडींत वाळू मिसळून तिचा शक्य तों एकजीव करतात. तुम्ही घाणीचा चुना तयार करतांना पाहिला असेलच. तो अधिक छिद्रयुक्त व्हावा म्हणून, केव्हां केव्हां त्यांत कोळ-शाची पूड मिसळतात. हवेवर उघडा राहिला म्हणजे मॉर्टर दगडासारखा कठीण बनतो. भिंतीना अधिक चांगल्या रीतीनें चिकटावा म्हणून गिलावा करण्याच्या मॉर्टरमध्यें केस मिसळतात. पुढील कारणांमुळें मॉर्टर दगडासारखा घट्ट बनतो.

(१) त्यांतील पाण्याचा अंश कांहीं वाफेच्या रूपानें, व कांहीं विटामध्यें शोषून घेतल्यानें नाहींसा होतो; (२) चुना व वाळू यांच्यांत हळुहळू विक्रिया होऊन कॅलशिअम् सिलीकेट नांवाचा कठीण पदार्थ बनतोः–



$Ca(OH)_2$	+	SiO_2	=	$CaSiO_3$	+	H_2O
चुना	+	वाळू	=	कॅलशिअम्	व	पाणी
कॅ. हैड्रॉक्सा.		सिलिका		सिलिकेट		

(३) हवेमधील कार्बन-डायॉक्साइड चुन्याच्या बाहेरच्या थराकडून शोषला जाऊन त्याचा पुन्हां कठीण कॅलशिअम् कार्बोनेट बनतो.

नुसता चुना जेव्हां वाळतो तेव्हां तो खचतो व फुटतो, परंतु वाळूमुळें तो खचत नाहीं इतकेंच नव्हे, तर तो अधिक छिद्रयुक्त बनतो. त्यामुळें लवकर कठीण होतो.

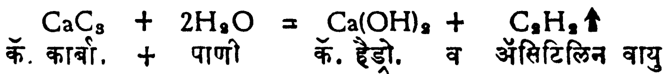
सिमेंट–चुनखडी, माती व वाळू यांचें योग्य प्रमाणांत मिश्रण करून, तें फुटूं लागेपर्यंत तापवितात. याप्रमाणें बनलेल्या खंगरची पूड करून बनलेल्या पदार्थासच सीमेंट असें म्हणतात.

सिमेंटवर पाणी ओतलें म्हणजे तें दगडासारखें कठीण बनतें, व आणखी कितीही पाणी ओतलें तरी, त्यावर कांहीं परिणाम होत नाहीं. सिमेंटप्रमाणें मॉर्टरही कठीण बनतो; परंतु दोहोंमध्यें कठीणपणा येण्याचीं कारणें मात्र वेगळीं आहेत. मॉर्टरला कठीणपणा येतो तो कार्बन-डायऑक्साइडच्या संयोगामुळें; सिमेंट दुसऱ्या कांहीं विक्रियेमुळें कठीण होते. पाण्याच्या पृष्ठभागाखालीं पुलाचे खांब उभारण्यास सिमेंटचा उपयोग करतात. कारण, या ठिकाणीं मॉर्टर मऊ होऊन विस्कळित होतो.

प्लॅस्टर ऑफ पॅरिस $(CaSO_4)_2 H_2O$ स्फटिकाकृति कॅलशिअम् सल्फेट १२०° ते १३०° सें. पर्यंत तापविला व याच उष्णमानावर कांहीं वेळपर्यंत राहूं दिला तर त्यापैकीं कांहीं स्फटिकजल उडून जातें, व त्यापासून प्लॅस्टर ऑफ पॅरीस मिळतें. ही पांढऱ्या रंगाची मृदु पूड असून त्याची घटना वरील संकेतावरून कळून येईलच. ज्यावेळीं आपण यांत पाणी मिसळतों तेव्हां तें कांहीं वेळानें दगडाप्रमाणें कठीण बनतें; कारण पाण्यामुळें पूर्वीचें जीप्सम्चें (स्फटिकाकृति कॅलशिअम् सल्फेट) स्वरूप मिळतें. हा बदल होतो तेव्हां त्याचें प्रसरणही घडून येतें. या गुणधर्मामुळें प्लॅस्टर ऑफ पॅरीसचा उपयोग पुतळे करतांना कास्ट करण्यासाठीं होतो. लाकडी सांच्याचा भागन् भाग बरोबर

उमटविला जातो. (२) विशेष प्रकारच्या शस्त्रक्रियेमध्यें याचा बँडेजीस-सारखा उपयोग करतात.

कॅलशिअम् कार्बाइड (CaC_2)–चुनकळी व कोक विजेच्या भट्टींत तापविल्यानें हा कार्बाइड तयार होतो. या खड्यावर पाणी पडलें म्हणजे अॅसिटिलीन नांवाचा वायु निघतो. हा ज्वालाग्राही असून याचा प्रकाश फारच तीव्र पडतो. म्हणून याचा उपयोग सायकलच्या कंदिलांत किंवा मॅजिक लॅंटर्नमधील दिव्याची तीव्र ज्योत मिळावी म्हणून करतात.



$$CaC_2 + 2H_2O = Ca(OH)_2 + C_2H_2\uparrow$$

कॅ. कार्बा. + पाणी कॅ. हैड्रॉ. व अॅसिटिलिन वायु

बाजारांत यासाठीं **कार्बाइडचे दिवे** विकत मिळतात.

कॅलशिअम् फॉस्फेट $Ca_3(PO_4)_2$ हा पुष्कळ ठिकाणीं सुपीक जमिनींत सांपडतो. माणसाच्या हाडामध्यें शेकडा साठ (६०) भाग एवढ्या मोठ्या प्रमाणांत हा आढळून येतो. माणसाच्या हाडांना याचा पुरवठा बहुतेक वनस्पतीपासून होतो असें म्हटलें तरी चालेल. ज्या मुलाच्या हाडांची वाढ चांगली झाली नसेल त्यांना कॅलशिअम् फॉस्फेट असलेलीं औषधें देतात.

कॅलशिअम् क्लोराइड ($CaCl_2$) हा रंगहीन जलाकर्षक अस्फाटिक स्वरूपांत स्फटिकाकृति स्थाणुरूप आहे. हा गोळा झालेला असतो, तेव्हां त्याचा शुष्कतेचा कारक म्हणून उपयोग करतात आणि तो चांगला यशस्वी होतो.

कॅलशिअम् कार्बोनेट ($CaCO_3$) हा प्रयोगशाळेंत चुन्याच्या निवळींत कार्बन–डाय–ऑक्साइड वायु जाऊं देऊन किंवा कॅलशि-अमच्या लवणाला विद्राव्य कार्बोनेटचा विद्रव मिळविला तरीही तयार करतां येतो. दुसऱ्या कार्बोनेटप्रमाणें हाही सौम्याम्लामध्यें विद्रुत होतो, व त्या आम्लाचीं लवणे पाणी व कार्बन–डाय–ऑक्साइड हीं बनतात.



$$CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + H_2O + CO\uparrow$$

कॅलशिअम् + है. क्लोरि. = कॅलशिअम् + पाणी + कार्बन–डाय–
कार्बोनेट काम्ल क्लोरा. ऑ.

हा तापविला असतां त्यापासून चुनकळी (कॅलशिअम् ऑक्साइड) व कार्बन–डाय–ऑक्साईड हीं मिळतात.



$$CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2$$

कॅलशिअम् तापवि कॅल- + कार्बन-डा. ऑ. मिळतात.
कार्बोनेट ल्यानें शिअम् ऑ.

(कॅलशिअम्-कार्बोनेट) चुनखडीचा उपयोग स्वाभाविक जातीपैकीं चुनकळी तयार करण्याकडे करतात; शिवाय, लोखंडाच्या दगडापासून लोखंड काढतांना संमिश्र द्रव्य (Flux) म्हणून वापरतात. संगमरवरी दगडाचा उपयोग इमारती बांधण्याकडे करतात; किंवा प्रयोगशाळेंत कार्बन–डाय–ऑ० वायु तयार करण्यासाठींही होतो. कॅलसाइटचा उपयोग नेत्रोपयोगी कांहीं कांचा बनविण्यासाठीं करतात. खडूपासून खडूची पूड (Whiting) तयार होते. या पुडीचा उपयोग भिंतींना पांढरा किंवा दुसरेही अनेक प्रकारचे रंग देण्यासाठीं, व कॅनव्हसच्या बुटांना पांढरें पॉलिश करण्यासाठीं करतात. सांच्याच्या रूपानें मिळालेला खडू 'टूथपेस्ट' तयार करण्यासाठीं वापरतात.

या प्रकरणांतील कांहीं महत्वाच्या गोष्टींचा सारांश.

(१) सर हंप्रे डेव्ही यानें कॅलशिअम् क्लोराइडपासून कॅलशिअम् प्रथम वेगळा केला. तो जमिनींत निरनिराळ्या स्वरूपांत पसरला आहे. चुनखडी, संगमरवर, कोरल इ०; प्राणिमात्राच्या हाडामध्यें कॅलशिअम् फॉस्फेटच्या स्वरूपांत सापडतो.

(२) चुनखडी ($CaCO_3$) भाजल्यानें चुनकळी (CaO) मिळते. चुनकळीचा उपयोग drying agent म्हणून करतात.

चुनकळी (CaO) पाण्यांत टाकल्याबरोबर त्याचें चुन्यांत रूपांतर होतें. याच्या विद्रवास चुन्याची निवळी असें म्हणतात. या चुन्याचा मोठा उपयोग म्हणजे घाणीचा चुना करण्याकडे होतो.

(अ) मॉर्टर (घाणीचा चुना):–चुन्याच्या दाट रबडींत वाळू मिसळतात व त्याचा एकजीव करतात. चुना व वाळू

यांच्यांत विक्रिया होऊन कॅलशिअम्-सिलिकेट नांवाचा कठीण पदार्थ बनतो.

(ब) **सिमेंट**:-चुनखडी, माती व वाळू यांचें ठराविक प्रमाणांत मिश्रण करून तें फुटूं लागेपर्यंत तापवितात. व त्याची पूड करतात. त्याच्यावर पाणी ओतलें म्हणजे तें दगडासारखें कठीण बनतें. [काँक्रीट हें सिमेंट, खडी व वाळू यांचें मिश्रण होय.]

(क) **प्लॅस्टर ऑफ पॅरीस**:-अस्फाटिक कॅलशिअम्-सल्फेट. पुतळे करतांना कास्ट करण्याकडे याचा उपयोग होतो.

(ड) **कॅलशिअम्-कार्बाइड**:-ॲसिटिलिन् वायु मिळविण्यासाठीं.

प्रश्न

(१) सृष्टीमध्यें कॅलशिअम् कार्बोनेट कोणत्या स्वरूपांत आढळून येतो ?

(२) कॅलशिअम् कार्बोनेटचे गुणधर्म व उपयोग सांगा.

उत्तर

गुणधर्मः-(१) हा रुचिहीन पांढरा स्थाणु पदार्थ आहे. (२) शुद्ध पाण्यांत अविद्राव्य; परंतु कार्बन-डायॉक्साइड विरलेल्या पाण्यांत मात्र हा विरतो. यावेळीं कॅलशिअम्-बायकार्बोनेट बनतो. (३) सर्व कार्बोनेटप्रमाणें हाही आम्लांत विरतो आणि तेव्हां विद्रव फसफसूं लागतें. (४) तापवला म्हणजे तो विघटित होऊन, त्यापासून चुनकळी व कार्बन-डायॉक्साइड हीं मिळतात.

उपयोगः-(अ) संगमरवराचा उपयोग इमारतीच्या बांधकामासाठीं किंवा पुतळे तयार करण्यासाठीं करतात. याचीं निरनिराळ्या आकाराचीं भांडींही करतात.

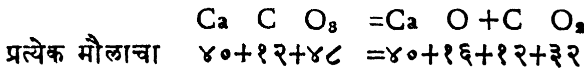
(ब) चुनखडीचा उपयोग इमारतीच्या बांधकामासाठीं, त्यापासून चुनकळी बनविण्यासाठीं, सोडिअम् कार्बोनेट तयार करण्यासाठीं किंवा खनिजापासून लोखंड वेगळें करण्यासाठीं करतात.

(क) खडूचा उपयोग सुतारांना होतो. तसाच सांक्याच्या रूपानें मिळालेला खडू ' टुथ पेस्ट ' साठीं वापरतात.

(३) मोठ्या प्रमाणावर चुनकळी कशी तयार करतात ? तेव्हां होणारी विक्रिया समीकरणाच्या रूपानें द्याः—

(ब) ८० टन् चुनखडीपासून किती टन् चुनकळी मिळेल ?

उत्तरः—समीकरण लिहा.



$$CaCO_3 = CaO + CO_2$$

प्रत्येक मौलाचा ४०+१२+४८ =४०+१६+१२+३२

परमाणू भार १०० = ५६ + ४४

यावरून आपणास कळून येईल कीं, १०० टन् चुनखडीपासून ५६ टन चुनकळी निघते; म्हणून ८० टनापासून किती निघेल हें साध्या त्रैराशिकानेंही काढतां येईल.

टन टन टन चुनकळी टन

(१००: ८० ::५६) $= \frac{५६\times८०}{१००} = \frac{४४८०}{१००} = ४४\cdot८$

(४) चुनकळीचे गुणधर्म व उपयोग सांगा. (मुं. वि. वि. १९२६)

(५) चुनकळीवर पाणी ओतलें म्हणजे काय होतें ? चुन्याची रासायनिक घटना काय ?

(६) मॉर्टर आणि सिमेंटबद्दल तुम्हांला असलेली माहिती थोडक्यांत द्या.

(७) कार्बोनेटची सर्वसाधारण परीक्षा कशी करावी ?

(८) पुढील विधानाचें स्पष्टीकरण कराः—(१) पाणी न टाकतां पुष्कळ दिवसपर्यंत मॉर्टर उघड्यावर ठेविला तर निरुपयोगी कां होतो ? (१९२७ मुं. वि. वि.)

———

प्रकरण १९ वें

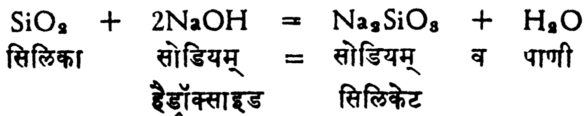
सिलिकॉन्, वाळू, कांच.

Silica, Silicates, Quartz, Sand, & Glass.

सिलिका (SiO_2):–सिलिकॉन् या धातूच्या ऑक्साइडला सिलिका असें म्हणतात. पृथ्वीच्या पोटांत निरनिराळ्या स्वरूपांत–वाळू, गारगोटी, ओपल् ॲगेट, क्वॉर्ट्झ–हा सांपडतो. सिलिका मातीचाही घटक आहे. कारण, तिच्यांत (जलयुक्त) ॲल्युमिनिअम् सिलिकेट असतें; जेव्हां माती तापवून जलाचा अंश काढून टाकतात, तेव्हां त्याचा दगडासारखा घट्ट गोळा बनतो; म्हणून मातीचीं भांडीं करण्याकडे त्याचा उपयोग होतो.

कृत्रिम रीत्या तयार केलेली सिलिका पांढऱ्या पुडीच्या स्वरूपांत असून खूप तापविली असतां त्याचा चकचकीत असा गोळा बनतो. या स्वरूपांत शास्त्रीय उपकरणाच्या उपयोगी पडणारे त्याचे बारीक धागे काढतां येतात, किंवा विविध आकाराचीं भांडीं तयार होऊं शकतात. या भांड्यांचा विशेष म्हणजे उष्णमानाच्या फरकाचा याजवर कांहीं परिणाम होत नाहीं. तापवून लाल केलेलें भांडें जरी एकदम थंड पाण्यांत बुडविलें, तरीसुद्धां तें फुटत नाहीं किंवा त्याला तडाही पण जात नाहीं.

सामान्य आम्लाचा सिलिकावर कांहीं परिणाम होत नाहीं, परंतु कॉस्टिक अल्कलीमध्यें हा विद्रुत होऊन त्या धातूचे सिलिकेट बनतात. पुढील विक्रिया पहा:—

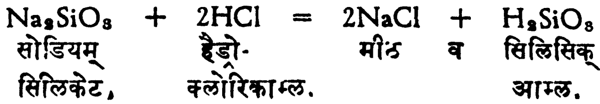


$$SiO_2 + 2NaOH = Na_2SiO_3 + H_2O$$

सिलिका + सोडियम् हैड्रॉक्साइड = सोडियम् सिलिकेट व पाणी

ज्या अर्थी याच्यावर सोड्याची विक्रिया होते व लवण मिळतें त्या अर्थी हा आम्लधर्मी ऑक्साइड असला पाहिजे. परंतु इतर आम्लधर्मी ऑक्साइडप्रमाणें हा ऑक्साइड पाण्यांत विरत नाहीं. परंतु सोडियम

सिलिकेटवर हैड्रोक्लोरिकाम्ल टाकलें, तर जिलॅटिन्‌सारखा सिलिसिक् आम्लाचा पांढरा सांका मिळतो. पुढील विक्रिया पहा:-

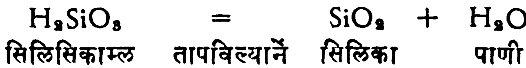


$$Na_2SiO_3 + 2HCl = 2NaCl + H_2SiO_3$$

सोडियम् सिलिकेट, हैड्रो-क्लोरिकाम्ल. मीठ व सिलिसिक् आम्ल.

(जिलॅटिन्‌सारखा पांढरा सांका.)

हें सिलिसिकाम्ल तापविलें म्हणजे त्यांतील पाणी निघून जातें व मागें सिलिका राहतो.

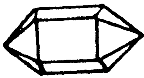


$$H_2SiO_3 = SiO_2 + H_2O$$

सिलिसिकाम्ल तापविल्यानें सिलिका पाणी

[कार्बन-डाय-ऑक्साइडवर वरील विद्रवाचें-कॉस्टिक सोडा, हैड्रोक्लोरिकाम्ल-काय कार्य होतें ? या दोन्ही विक्रियांमध्यें सारखेपणा आहे काय ?]

क्वॉर्ट्झ:-ग्रॅनाईट जातीच्या दगडांत खालील पदार्थ मिसळलेले आढळतात. मायका, फेल्स्फार व क्वॉर्ट्झ. या शेवटल्या पदार्थाला खडकांतला स्फटिक (Rock crystal) असें म्हणतात. हा स्वतंत्र-ग्रॅनाइटमध्यें न मिसळलेला असाही-बराच सांपडतो. सृष्टींत याचे स्फटिक एकमेकाशीं चिकटलेले असे सांपडत असल्यामुळें पूर्ण स्फटिक सांपडत नाहींत. परंतु पूर्ण स्फटिक घेतला तर त्यास सहा बाजू असून तो वरच्या व खालच्या बाजूस पिरॅमीडच्या आकृतीचा असतो. तो इतका कठीण असतो कीं, त्याच्यावर पोलादानेंसुद्धां ओरखडा उठत नाहीं. तो रंगहीन तसाच निरनिराळ्या रंगाचाही सांपडतो. हा फुटला म्हणजे याचे बारीक बारीक कण होतात व यालाच आपण वाळू म्हणतों. हे बारीक कण सीमेंटनें एकत्रित बसविले असतां वाळूचा दगड बनतो.



आकृति ९३.

वाळू:-वाळूसुद्धां सिलिकाचेंच रूप असून, रसायनशास्त्रज्ञांना फार उपयोगी आहे. याच्याशींच दुसरे कांहीं पदार्थ मिसळून कांच तयार करतात. क्वॉर्ट्झपासूनही कांच तयार होते व ती तितकीशी

ठिसूळही असत नाहीं; परंतु ही कांच तयार करण्यास फार उच्च उष्ण-मानावर क्वॉर्ट्झ वितळवावा लागतो.

गारगोटी:–समुद्राच्या तळाशीं किंवा नदीच्या पात्रांत क्वार्ट्झ किंवा वाळू यांचे कण एकत्रित येऊन जे मोठाले दगड बनले, तीच गारगोटी. हें सिलिकाचें शुद्ध स्वरूप होय. यापासूनही कांच तयार करतात व त्याला **गारगोटीची कांच** (Flint Glass) असें म्हणतात. ही कांच दुर्भिणीचीं भिंगें किंवा चष्म्याचीं भिंगें तयार करण्यासाठीं वापरतात. ' दगडाचे युगांत ' (Stone Age) गारगोटीचें फार महत्त्व होतें. कारण, त्यापासून विस्तव व तीक्ष्ण हत्यारें करीत असत.

सिलिकेट्:–(**अ**) ' सोडियम् सिलिकेट ' किंवा ' **वॉटर ग्लास** ' (**ब**) ॲल्युमिनम् सिलिकेट. सिलिकेटपैकीं नित्योपयोगी असे दोनच सिलिकेट आहेत. यांपैकीं (**अ**) सोडियम् सिलिकेट व्यापारी दृष्टीनें बनविला असल्यानें तितकासा शुद्ध नसतो. त्यांत पुष्कळ प्रमाणांत सिलिका मिसळलेली असते. अंडीं पुष्कळ दिवसपर्यंत शाबूत ठेवण्यासाठीं (Preserving) याचा उपयोग होतो. सोडियम् सिलिकेटच्या विद्रवामध्यें तीं ठेवून देतात. अंड्याच्या पांढऱ्या कवचांत जीं कॅलशिअमचीं लवणें असतात, त्यांचा व सोडियम् सिलिकेटचा संयोग होऊन त्यापासून अविद्राव्य असें कॅलशिअम् सिलिकेटचें आवरण तयार होतें; त्यामुळें अंड्याच्या कवचाचीं भोकें बंद होऊन आंत हवा जाऊं शकत नाहीं.

(ब) अल्युमिनम् सिलिकेट (Clay) म्हणजे चिनी माती. या मातीचा उपयोग चिनीमातीचीं भांडीं कपबशा, विटा वगैरे करण्याकडे करतात. फेल्स्फार व अल्युमिनम् सिलिकेटच्या कांहीं दगडांची हवा व पाणी यांच्या कार्यामुळें भुगा होऊन ही माती बनते.

खालील गुणधर्म असलेल्या मातीला औद्योगिक दृष्ट्या चिनीमाती असें म्हणतात. (१) ती भिजविली असतां तिला वाटेल तो आकार देतां येण्याजोगी ती मऊ व चिकट बनली पाहिजे. (२) दिलेला आकार ती वाळविली असतां तसाच राहिला पाहिजे. (३) याचा

तयार केलेला पदार्थ–भांडें–विस्तवांत घालून खूप भाजला तरी तो फुटतां कामा नये व त्याच्यावर **ग्लेझिंग** चढवितां आलें पाहिजे.

साध्या मातीपासून इमारतीसाठीं विटा किंवा कौलें बनवितात. चिनीमातीचा **पोर्सेलिन** तयार करण्याकडे उपयोग करतात.

चिनीमातीचीं भांडीं (Pottery):–

उत्तम प्रकारचीं चिनीमातीचीं भांडीं तयार करण्यासाठीं वस्त्रगाळ शुद्ध पांढरी केऑलिन् माती वापरतात. ही माती ग्रॅनाइट खडकाच्या आसपास खाणींत सापडते. या खडकांतून पाण्याचा जोराचा प्रवाह सोडून ही माती धुवून त्यांत गारगोटीची वस्त्रगाळ पूड व डेव्हान् येथील निळया मातीची पूड मिसळतात. पुढें हें मिश्रण लोहचुंबक ठेवलेल्या पाण्यांतून वाहूं देतात; म्हणजे लोखंडाचे बारीक कण मातींत मिसळले असल्यास वेगळे होतात. ज्या पोर्सेलीनच्या भांड्यासाठीं इंग्लंड प्रसिद्ध आहे, त्यांत चिनीमाती, हाडाची राख (Bone-ash) व कॉर्निश दगडाची पूड मिसळतात; व पाणी मिसळून त्याचा लद्दा तयार करतात. हा लद्दा चाकावर घालून कुंभार वाटेल त्या आकाराचीं भांडीं बनवितो.

हीं तयार केलेलीं भांडीं सुकविण्यासाठीं त्यांना स्टोव्हच्या ज्योतीवर सौम्य आंच देतात; नंतर भट्टींत घालून भाजतात. ही भाजण्याची क्रिया सुमारें ४० तास चालते. एकदां भाजल्यानंतर भांड्यांना सूक्ष्म छिद्रें पडतात. तीं फेलस्फार व सिलिका यांच्या मिश्रणाचा पातळ लेप देऊन बुझवून टाकतात. मीठ किंवा रेड लेड् सारख्या संयुगाच्या लेपानें त्याच्यावर ग्लेझ चढवितात. चिनी लोकांनीं सुमारें १००० वर्षांपूर्वी केलेलीं पोर्सेलीनचीं भांडीं इतकीं सुंदर आहेत कीं तशीं भांडीं अद्यापही होत नाहींत असें म्हटलें तरी चालेल.

कांचः–फार प्राचीन काळीं कांचेचा शोध कसा लागला याबद्दलची एक दंतकथा प्रचारांत आहे. समुद्रावर प्रवास करीत असतां कांहीं फोनेशिअन् खलाशी पॅलेस्टाईनच्या किनाऱ्यावर, कारमेल् पर्वताजवळच्या एका नदीच्या मुखाशीं येऊन उतरले; कारण वादळ होऊन त्यांचें गलबत फुटलें होतें. किनाऱ्यावर उतरल्यावर जेवण तयार कर-

ण्यासाठीं म्हणून त्यांनीं नेकरच्या तुकड्याची (कॅलशिअम्-कार्बोनेटचें एक अशुद्ध स्वरूप) चूल तयार केली. अन्न शिजविल्यानंतर त्यांनीं नेहमींप्रमाणें विस्तव विझविला; तों त्यांच्यापैकीं एका खलाशाला त्या नेकरचे जागीं एक पारदर्शक पदार्थाचा गोळा दिसला. वाळू व 'नेकर' वितळून मिसळल्यानें ही कांच बनली असावी असें त्या खलाशांना वाटलें. परंतु किती झालें तरी ही दंतकथाच! तेव्हां त्याची शास्त्राच्या दृष्टीनें कसोटी लागणार नाहीं.

सुमारें ४००० वर्षांपूर्वी इजिप्शिअन् लोक कांच वापरीत असत असें दिसतें. कारण त्या काळचीं जीं थडगीं आज उकरून काढलीं आहेत, त्यांमध्यें त्या वेळचे कांचेचे नमुने सांपडतात; व त्यांनीं जो कित्येक ठिकाणीं चित्ररूपानें आपला इतिहास लिहून ठेवला आहे त्यामध्यें कांचकारखान्यांत काम करणाऱ्या लोकांचीं चित्रें काढलेलीं आहेत.

आज आपण कांचेचे नाना प्रकारचे पदार्थ–बाटल्या, निरनिराळया प्रकारचीं भांडीं, दिव्याचीं भिंगें, आरसे तयार करण्यासाठीं सपाट कांचा–इ० पाहतों. अशाच प्रकारची कांच पूर्वी इजिप्शिअन् लोक करीत असत ; परंतु आपणास आतां पूर्वीपेक्षां अधिक ज्ञान झाल्यानें जरा सुधारलेल्या पद्धतीनें आपण कांच करतों एवढेंच. वाळू आणि सोडा एकत्रित करून वितळविले, तर त्याचा कांचेप्रमाणें पातळ द्रव (Class Like Liquid) मिळतो. यालाच 'वॉटर ग्लास' (विद्राव्य कांच) असें म्हणतात. सोडियम्चा ऑक्साइड व सिलिकॉनचा ऑक्साइड (वाळू) यांचा संयोग होऊन याच्यापासून **सोडियम् सिलिकेट** (विद्राव्य कांच) मिळते.

कठीण कांच (Hard Glass):–खिडक्यांचीं तावदानें, बाटल्या, भिंगें वगैरेसाठीं लागणारी कांच तयार करण्यासाठीं कारखान्यांत चुनखडी, सोडा व वाळू यांचें मिश्रण भट्टींत घालून तें वितळवितात. हें मिश्रण वितळविण्यासाठीं भट्टीचें उष्णमान १२००° सें. ते १५००° सें. पर्यंत असावें लागतें. तें वितळल्यानंतर उकळूं लागल्यासारखें दिसतें. परंतु यांतून निघणारे बुडबुडे वाफेचे नसून कार्बन-डाय-ऑक्साइडचे असतात. कारण, प्रथम चुनखडी व सोडा यांचें चुनकळी (Calcium

Oxide) व सोडियम् ऑक्साइडमध्यें रूपांतर व्हावें लागतें व नंतर या दोन ऑक्साइडचा वाळूशीं संयोग होऊन त्यांचा सोडियम् सिलिकेट व कॅलशिअम् सिलिकेट, असे वेगवेगळे संयुग बनतात व ते दोन्ही एकमेकांत मिसळून त्यांची कांच बनते. हा कठीण, पारदर्शक पण ठिसूळ व अविद्राव्य पदार्थ, प्रत्येकाच्या चांगल्या परिचयाचा आहे. कांच सावकाश थंड होऊं दिली तर, ती तितकीशी ठिसूळ राहात नाहीं; म्हणून कांचेच्या कारखान्यांत ती सावकाश थंड होऊं देण्याच्या मोठाल्या भट्टया असतात. कांचेला सावकाश थंड होऊं देण्याच्या या पद्धतीला 'ॲनीलिंग' "annealing" असें म्हणतात.

कांचेच्या निरनिराळ्या जाती:– तावदानाच्या कांचेचें वर्णन वर आलेंच आहे. या कांचेला 'खिडक्याची कांच' असें म्हणतात. कोणी कोणी याला 'सोड्याची कांच' (Soda glass) असेंही म्हणतात; व हिचा उपयोग रासायनिक प्रयोगासाठीं लागणारीं उपकरणें तयार करण्याकडे होतो. निरनिराळ्या प्रकारच्या कांचा–तावदानांच्या कांचा, बाटल्यांच्या कांचा–तयार करण्यासाठीं हेच घटक निरनिराळ्या प्रमाणांत मिसळावे लागतात.

(२) **बोहेमिअन् कांच:**– यांत सोडियम्–कार्बोनेटच्या ऐवजीं पोटॅशिअम्–कार्बोनेट वापरतात. म्हणून ही कांच पोटॅश लाइम सिलिकेट या नांवानें ओळखली जाते. ही तयार करण्यास पोटॅशिअम् कार्बोनेट क्वार्ट्झच्या पुडीबरोबर एकत्रित वितळवितात. फार उच्च उष्णमानावर वितळून हे एकमेकांत मिसळतात. म्हणून उच्च उष्णमानापर्यंत तापवावीं लागणारीं रासायनिक उपकरणें बनविण्यासाठीं या कांचेचा उपयोग करतात. या कांचेला "जेना कांच" असेंही म्हणतात.

(३) **गारगोटीची (flint) कांच:**– ही कांच म्हणजे शिशाचा ऑक्साइड, पोटॅशिअम्–कार्बोनेट व गारगोटीची पूड यांच्या मिश्रणापासून तयार करतात. हिच्यावर इतर कांचेपेक्षां उत्तम प्रकारें पॉलिश चढूं शकतें. म्हणून बाह्यगोल भिंगें किंवा प्रकाशशास्त्रांत लागणाऱ्या कांचा, याच्यापासूनच बनवितात. या कांचेचीं कृत्रिम रत्नेंही बनवितात.

[रंगीत कांच तयार करण्यासाठीं निरनिराळया धातूंचे ऑक्साइड्स कांचेच्या रसांत मिसळतात. कांच निळी करावयाची झाल्यास कोबाल्ट ऑक्साइड, हिरवी करावयाची झाल्यास क्रोमिअम् ऑक्साइड त्यांत मिसळतात.]

या प्रकरणांतील महत्वाच्या भागाचा सारांश.

(१) वाळू, गारगोटी, ओपल, ॲगेट क्वार्ट्झ—इ० पदार्थ म्हणजे सिलिका किंवा सिलिकॉन्-डायॉक्साइड (SiO_2)

(२) सिलिकॉन् ही धातू स्वतंत्रावस्थेंत मिळत नाहीं.

(३) आम्लाचा सिलिकावर कांहीं परिणाम होत नाहीं; परंतु कॉस्टिक अल्कलीमध्यें ते विद्रुत होतात.

(४) सिलिकेटपैकीं नित्योपयोगी सिलिकेट दोन (१) सोडियम् सिलिकेट (२) ॲल्युमिनम् सिलिकेट; हीच चिनी माती. याचा उपयोग किती आहे हें सांगावयास नको.

(५) कांचः-(१) (सोडाकांच) चुनखडी, सोडा व वाळू यांचें मिश्रण, त्याच्या निरानिराळया जातीप्रमाणें मिश्रणाचे पदार्थ वेगळे आहेत (२) बोहीमीअन् कांच, (३) गारगोटीची कांच.

प्रश्न

(१) सिलिका आणि सिलिकेट म्हणजे काय ? सृष्टींत ते कसे आढळून येतात ?

(२) सिलिकेचा शुद्ध नमुना तुम्ही कसा तयार कराल ?

उत्तरः—सोडियम् सिलिकेट पाण्यांत विद्रुत करतात; आणि त्यांत तीव्र हैड्रोक्लोरिकाम्ल घालतात. त्यामुळें सिलिसिक् आम्लाचा पांढरा पेस्टसारखा दाट सांका मिळतो. तो मुशींत घेऊन खूप तापविला म्हणजे शुद्ध सिलिका मिळते.

(३) माती(Clay)बद्दल माहिती द्या.

उत्तरः-पाणी आणि हवा यांचें सतत कार्य होऊन, फेल्स्फार किंवा तशाच प्रकारची दुसरी ॲल्युमिनम सिलिकेट खचून जो भुगा बनतो तीच माती होय.

पुढील गुणधर्म असणाऱ्या खनिजांच्या चूर्णाला 'माती' हा शब्द लावितातः-(१) ओली असतांना तिला वाटेल तो आकार देतां येतो. (२) कोरडी झाल्यानें अकुंचन झालें तरी त्याचा आकार आहे तसाच राहतो. (३) खूप वेळ भट्टींत भाजून काढल्यानें तो आणखी कठीण बनतो. साध्या मातीचा उपयोग इमारतीच्या विटा करण्याकडे होतो. त्याच्यापेक्षां वरच्या दर्जाची माती म्हणजे चिनी माती, याचीं नाना प्रकारचीं भांडीं करतात. त्यांना वाटेल तेवढें पॉलिश चढवितां येतें. आणखी एका जातीची माती दगडी कोळशाच्या थराखालीं सांपडते. त्याला 'फायर क्ले' असें म्हणतात. त्याचा उपयोग विशेष प्रकारच्या विटा करण्याकडे करतात.

(४) निरनिराळ्या प्रकारच्या कांचा कोणत्या ? त्याबद्दल तुम्हाला काय माहीत आहे ? त्या तयार कशा करतात ? (मुं. वि. वि. १९३२)

———

प्रकरण २० वें

नित्य व्यवहारोपयोगी कांहीं धातू व त्यांचे संयुग.

धातूंचा उपयोग:–व्यवहारांत लोखंड, तांबें यांसारख्या धातूंचा किती उपयोग आहे हें सांगण्याची जरूरी नाहीं. नाना प्रकारचीं शेतकीचीं औतें लोखंडाचीं केलेलीं असतात; खडक फोडण्यासाठीं पहारी, कापड शिवावयास लागणाऱ्या सुया जर नसत्या, तर आम्हास घरें बांधतां आलीं नसतीं किंवा कपडे शिवतां आले नसते. आधुनिक सुधारणा ज्या यंत्रांच्या जोरावर यशस्वी झाली आहे, तीं सर्व यंत्रें धातूचीं बनव-लेलीं आहेत. विमानें, जहाजें, मोटारी, आगगाड्या वगैरे सर्व प्रवा-साच्या सुखाचीं साधनें धातू नसत्या तर मानवास साध्य झालीं असतीं काय ! नेहमींचा देवघेवीचा व्यवहारसुद्धां चांदी सोन्याच्या नाण्यांमध्येंच आपण करतों. मनुष्य धातूचा उपयोग करावयास शिकला नसता, तर आज दिसतें हें जग कसें बदलून गेलें असतें याची कल्पना येणेंच अशक्य आहे.

आपण आतांपर्यंत अधातुवर्गातील–कार्बन्, गंधक, फॉस्फरस्, ऑक्सिजन् इ०– कांहीं मौलांचा व त्यांच्या संयुगांचा अभ्यास केला आहे. धातु व अधातु वर्गातील मौलें कोणतीं, तीं कशीं ओळखावींत याची माहिती मागें आली आहेच. [पान ५१ पहा] या ठिकाणीं कांहीं महत्वाच्या धातूंचा आपण अधिक विचार करूं.

खनिज (Ores)–सोनें, चांदी किंवा तांबें यांखेरीज इतर कोण-तेही धातु सृष्टींत **स्वतंत्रावस्थेंत** (free) सांपडत नाहींत. ते नेहमीं दुसऱ्या मौलांशीं संयुक्त असे पृथ्वीवर अनेक ठिकाणीं विभागले आहेत. पृथ्वीच्या पोटांत ते ज्या स्थितींत सांपडतात, त्यास त्या धातूचे **खनिज** (Ores) असें म्हणतात. हे खनिज जरी माती दगड यांबरोबर मिस-ळलेले असले, तरी संयुगावस्थेंत ते ऑक्साइड, कार्बोनेट, सल्फाइड किंवा क्लोराइड यांपैकीं एका अवस्थेंत असतातच.

खनिजापासून धातु वेगळा काढण्याच्या रीतीसः–**'धातु–शुद्धीकरण क्रिया'** (Metallurgy) असें म्हणतात. यांपैकीं दोन, कार्बोनेट व सल्फाइडचे खनिज प्रथम भट्टींत भाजतात. त्यामुळें त्यांतील कार्बन् किंवा गंधक, कार्बन-डाय-ऑक्साइड किंवा सल्फर-डाय-ऑक्साइडच्या रूपानें वेगळा होतो व ऑक्साइडच्या रूपानें धातु मागें राहतो. मूळच्या किंवा या ऑक्साइडमध्यें कोळशाच्या रूपानें कार्बन् मिसळतात, व भट्टींत तापवितात. कार्बनचा धातूच्या ऑक्साईडमधील ऑक्सिजनशीं संयोग होऊन मुख्य धातु मोकळा होतो.

क्लोराइडच्या स्वरूपांत सांपडलेल्या धातूच्या खनिजापासून इतक्या सोप्या रीतीनें धातु वेगळी काढतां येत नाहीं. ती विद्युत्च्या साह्यानें वेगळी करावी लागते. लोखंड हें सर्व धातूंत अतिशय उपयुक्त असल्यानें आपण प्रथम त्याचाच विचार करूं.

(१) **लोखंडाचें महत्वः**–लोखंडाइतकी स्वस्त व उपयोगी अशी दुसरी धातु नाहीं. या धातूचा उपयोग लोक फार प्राचीन काळापासून करूं लागले आहेत. लोखंड खनिजापासून वेगळें करण्याचे कारखाने हिंदुस्थानांतही यशस्वी रीतीनें पूर्वी चालले होते. सध्यांही अशा प्रकारच्या धातू वेगळी करण्याच्या कारखान्यांस, फारसा खर्च येत नसल्यानें, व ती वाटेल तेवढ्या सूक्ष्म अंशानें कठीण व बळकट करतां येत असल्यानें एवढ्या मोठ्या प्रमाणावर यांत्रिक कलेची वाढ झाली आहे. ही धातु इतक्या मोठ्या प्रमाणावर कोठें सांपडतें, ती शुद्ध कशी करून घेतात, तिचे महत्वाचे उपयोग काय यांचा आपण विचार करूं.

हिंदुस्थानांत लोखंडाचे दोनच कारखाने आहेत. पहिला बिहार प्रांतांत जमशेदपूर येथें व दुसरा म्हैसूर संस्थानांत भद्रावती येथें. जमशेदपूरपासून ४० मैलांवर गरूमहिसानी येथें लोखंडाच्या खाणी आहेत. तसेंच भद्रावतीच्या आसपास २०।२५ मैलावर लोखंडाच्या खाणी सांपडल्या आहेत. हे दोन्ही कारखाने अगदीं अलीकडे म्हणजे गेल्या दहावीस वर्षांतच उदयास आले. सन १९२१ सालीं टाटाच्या कारखान्यांत २८१, ५४१ टन बिडाचें लोखंड व १२५, ३३६ टन् पोलाद तयार झालें. येथील कारखाना इतका यशस्वी होण्याचें कारण कारखा-

ऱ्याला लागणारा कोळसा, येथून जवळच राणीगंज येथें असलेल्या कोळशाच्या खाणींतून मिळतो. त्या मानानें भद्रावतीचा कारखाना लहान आहे; व तेथें जवळपास कोळशाच्या खाणीही नाहींत.

लोखंडाचे खनिज (Ore):-लोखंडाचे खनिज पुढीलप्रमाणें संयुगावस्थेंत सांपडतात.

(१) ऑक्साईड् (अ) रेड् हेमेटाईट (Haematite) Fe_2O_3 असें म्हणतात.

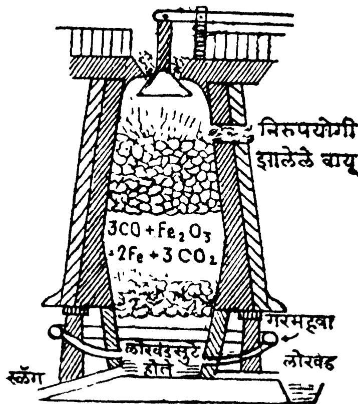
,, (ब) मॅग्नेटाईट (Magnetite) Fe_3O_4 असें म्हणतात

(२) हैड्रोक्साईड ब्राउन हेमेटाइट (Brown Haematite) असें म्हणतात

(३) कार्बोनेट याला क्ले आयर्नस्टोन (Clay Iron Stone) $FeCO_3$ असें म्हणतात

(४) सल्फाइड याला आयर्न पायराइट्स (Iron Pyrites) FeS_2 असें म्हणतात.

यापैकीं धातू काढण्याला सल्फाइडचा उपयोग सहसा करीत नाहींत; तेव्हां राहतां राहिले ऑक्साइड-हैड्राक्साईड व कार्बोनेट. हे प्रथम भाजतात; त्यामुळें पाण्याचा अंश व कार्बन-डाय-ऑक्साइड निघून जातात व राहिलेले ऑक्साइड छिद्रयुक्त होतात. त्यानंतर कोळसा, चुनखडी याजबरोबर ऑक्साइडचें मिश्रण करून तें (Blast Furnace) *भट्टींत खूप तापवितात. याप्रमाणें हें मिश्रण तापून खालीं येत असतां भट्टींत खालच्या बाजूनें तापलेली हवा सोडतात. त्यामुळें कोळशांतला कार्बन् व हवेंतील



आकृति १४.

टीप— *ही भट्टी ८० फूट उंच असते; आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें वरून खनिजाचें मिश्रण व कोळसा भट्टांत सोडतात व खालून 'टॉयटर' नांवाच्या नळ्यांतून तप्त हवेचा प्रवाह वर सोडतात.

ऑक्सिजन् यांचा संयोग होऊन कार्बन–मॉनोक्साइड वायु बनतो व याच्या हरणक्रियेमुळें लोखंडाच्या ऑक्साइडमधील ऑक्सिजन् मोकळा होऊन त्याचा व कार्बन्–मॉनोक्साइड याचा संयोग होतो व कार्बन-डाय-ऑक्साइड बनतो. लोखंडामध्यें मिसळलेली माती (Silica) चुनखडीबरोबर संयुक्त होऊन त्याचें जड असें एक संमिश्र द्रव्य बनतें. नियमित वेळानें हा लोखंडाचा रस वाळूच्या केलेल्या सांच्यामध्यें वाहूं देतात. याप्रमाणें तयार होणाऱ्या लोखंडास बिडाचें लोखंड (Cast-iron) असें म्हणतात.

बिडाचें लोखंड (Cast-iron):–बिडाचें लोखंड शुद्ध स्वरूपांत असत नाहीं. त्यांत शेकडा २ ते ४·५ भाग कार्बन मिसळलेला असतो. त्याशिवाय फॉस्फरस, गंधक, सिलिकॉन हे सूक्ष्म प्रमाणांत मिसळलेले असतातच. या लोखंडाचे गुणधर्म त्यांत असलेल्या अशुद्ध द्रव्यावर-मुख्यतः कार्बनवर–अवलंबून असतात.

बिडाचें लोखंड कठीण, परंतु अत्यंत ठिसूळ असतें; म्हणून तें घडवितां येत नाहीं. तें ११००° सें० ला वितळतें. स्थाणुरूप घेतांना तें प्रसरण पावतें. म्हणून साचाच्या कानाकोपऱ्यांत जाऊन त्याच्याबरहुकूम पदार्थ बनतो.

उपयोगः– ज्या ज्या ठिकाणीं पदार्थ सांचांत ओतून तयार करावयाचे असतात, त्या त्या सर्व ठिकाणीं बिडाच्या लोखंडाचा उपयोग करतात. (२) पोलाद व घडीव लोखंड तयार करण्यासाठींही त्याचा उपयोग विशेष होतो. (३) गॅसचे किंवा पाण्याचे नळ, दिव्याचे खांब, कठडे, किंवा मोटालीं चाकें तसेंच मोठाल्या यंत्रांचे सुटे भाग बनविण्यास बिडाच्या लोखंडाचा उपयोग करतात.

घडीव लोखंड (Wrought iron):–बिडाच्या लोखंडामधील अशुद्ध द्रव्यें जाळून टाकून शुद्ध स्वरूपाचें लोखंड बनवितां येतें. यालाच घडीव लोखंड असें म्हणतात. ही जाळण्याची क्रिया परतणाऱ्या ज्वालाच्या भट्टींत (Reverberatory Furance) करतात. या भट्टींत सोयीप्रमाणें थोडक्यांत बदल करून पुष्कळ धातुशोधनाच्या (Metallurgical process) कामीं हिचा उपयोग करतात.

गुणधर्मः–घडीव लोखंड म्हणजे लोखंडाचें शुद्ध स्वरूप. हें चिवट व घनवर्धनीय असतें. तें वितळण्यापूर्वी इतकें मऊ बनतें, कीं घणानें ठोकून दोन तुकडे एकमेकाशीं सांधले जातात.

उपयोगः–ठोकून घडवतां येणाऱ्या निरनिराळया वस्तु-तारा, पातळ पत्रे, कांबी, सांखळया, खिळे इ०–तयार करण्याकडे याचा उपयोग करतात. या धातूचे पत्रे सांधतां येतात; म्हणून लोहाराकडे याचा विशेष उपयोग होतो. या मृदु लोखंडाच्या जागीं आतां मृदु पोलाद वापरतात. तें मृदु लोखंडापेक्षां अधिक स्वस्त पडतें व अधिक टिकतेंही.

पोलादः—लोखंडाचें सर्वांत महत्वाचें स्वरूप म्हणजे पोलाद. त्याच्यांत अधिकांत अधिक शेंकडा १·५ भाग कार्बन असतो. घडीव लोखंडामध्यें कार्बन अधिक घालून अथवा बिडाच्या लोखंडामधून अशुद्ध द्रव्यें किंवा कार्बन काढून टाकून पोलाद तयार करतात. याप्रमाणें पोलाद तयार करण्यासाठीं जगांत बहुतेक सर्वत्र **'बेसिमर प्रोसेस'**च उपयोगांत आणतात.

[बेसिमर कन्व्हर्टर:–एका रांजणाच्या आकाराच्या पोलादी भांडयांत (या भांड्यास Converter असें म्हणतात). बिडाच्या लोखंडाचा रस भरतात, आणि रांजणाच्या खालच्या अंगास असलेल्या सूक्ष्म भोंकांतून शुद्ध हवेचा पुरवठा करतात; त्यामुळें बिडाच्या लोखंडांत असलेलीं सर्व अशुद्ध द्रव्यें ऑक्साइड-मध्यें रूपांतर पावून जळून जातात. नंतर जितका पाहिजे असेल तेवढा कार्बन् मॅंग्नेशिअम्, क्रोमिअम् व निकेल यांचे थोडेसे भाग या रांजणांत टाकतात. या मौलांचा अंश पोलादांत टाकल्यामुळें त्यांच्यांत दुसऱ्या पुष्कळ उपयुक्त गुणांची भर पडते.]

गुणधर्मः—पोलादाच्या पुष्कळ जाती आहेत व त्याप्रमाणें त्याचे गुणधर्मही फार भिन्न आहेत. सामान्यतः एवढें सांगतां येईल कीं, त्याचा पत्रा किंवा तार काढतां येते. हें घणानें ठोकून सांधतां येतें; किंवा वाटल्यास वितळवितांही येतें. मृदु पोलादांत शेंकडा ३ भाग कार्बन असतो. त्याचे गुणधर्म जवळ जवळ घडीव लोखंडासारखेच असतात; परंतु त्यांपेक्षा तें अधिक बळकट असतें.

पोलादाला पाणी देणें (Tempering of steel)

तप्त पोलाद एकदम थंड केलें तर तर तें इतकें कठीण बनतें कीं, त्याच्या टोकानें कांचेवरसुद्धां ओरखडा उठतो. पोलादाचा कठीणपणा

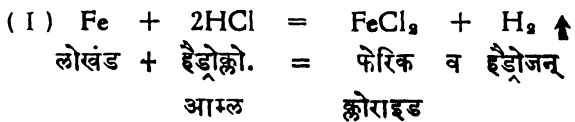
त्याचें तापविणें व थंड होऊं देणें या कृतींवर अवलंबून आहे. परंतु यामुळें तें अगदींच ठिसूळ होऊन बसतें. उलटपक्षीं, पोलाद तापवून सावकाश थंड होऊं दिलें तर तें टणक परंतु लवचीक बनतें. थंड केलेलें पोलाद ठरलेल्या उष्णमानापर्यंत पुन्हां तापविलें व तेलांत अगर पाण्यांत एकदम बुडवून थंड केलें, तर या दोन मर्यादेमध्यें वाटेल तेवढें कठीण बनवितां येतें. पोलादाचें उष्णमान चढवून जसजसें सावकाश थंड करावें तसतसें तें कठीण आणि लवचीक बनतें. पोलादाला याप्रमाणें कठीण करण्याच्या रीतीस पाणी देणें (Tempering) असें म्हणतात.

लोखंडाचे गुणधर्मः—परमाणु भार ५६, वि. गु. ७·८६ वितळण्याचा बिंदु, १५३३° सें. उत्कलन् बिंदु २४५०° सें.

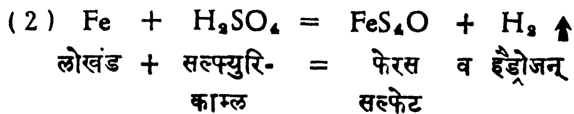
लोखंड कांहींसा मऊ, घनवर्धनीय धातु असून, थोडासा चकचकीत पांढरट दिसतो. लोहचुंबकाचें याचेवर आकर्षण—कार्य घडतें. ओलसर हवेवर उघडें राहिलें तर तें गंजतें. त्याच्यावर तांबूस रंगाचा बुरा चढतो.

धातूवर आम्लाचें होणारें कार्य—

(अ) सौम्य हैड्रोक्लोरिकाम्ल किंवा सल्फ्यूरिकाम्लामध्यें लोखंड विद्रुत होतें व त्यामुळें हैड्रोजन् वायु निघतो व अनुक्रमें फेरस क्लोराइड व फेरस सल्फेट हीं बनतात.

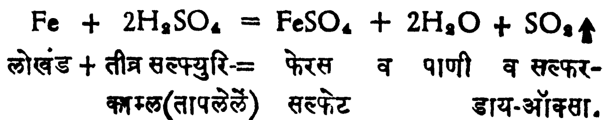


(1) $Fe + 2HCl = FeCl_2 + H_2 \uparrow$
लोखंड + हैड्रोक्लो. आम्ल = फेरिक क्लोराइड व हैड्रोजन्



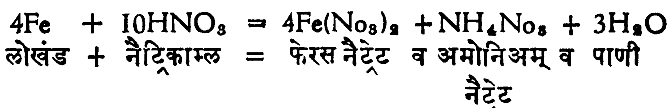
(2) $Fe + H_2SO_4 = FeS_4O + H_2 \uparrow$
लोखंड + सल्फ्युरिकाम्ल = फेरस सल्फेट व हैड्रोजन्

(ब) परंतु तापलेल्या तीव्र सल्फ्युरिकाम्लामुळें फेरस सल्फेट व सल्फर—डाय—ऑक्साइड हीं मिळतात.



$Fe + 2H_2SO_4 = FeSO_4 + 2H_2O + SO_2 \uparrow$
लोखंड + तीव्र सल्फ्युरिकाम्ल(तापलेलें) = फेरस सल्फेट व पाणी व सल्फर-डाय-ऑक्सा.

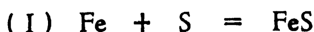
(क) थंड व सौम्य नैट्रिकाम्लामध्यें लोखंड विद्रुत होतें व त्यामुळें फेरस नैट्रेट व अमोनिआ हीं बनतात; परंतु, हा अमोनिया अधिक टाकलेल्या नैट्रिकाम्लाबरोबर संयुक्त होतो व अमोनिअम् नैट्रेट बनतो.



$$4Fe + 10HNO_3 = 4Fe(No_3)_2 + NH_4No_3 + 3H_2O$$

लोखंड + नैट्रिकाम्ल = फेरस नैट्रेट व अमोनिअम् नैट्रेट व पाणी

लोखंड, गंधक, ऑक्सिजन् व क्लोरिन् यांबरोबर तापविलें असतां प्रत्यक्ष संयुक्त होतें. लोखंड + गंधक फेरस् सल्फाइड

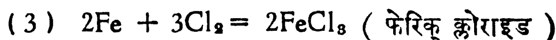


(1) $Fe + S = FeS$



(2) $6Fe + 4O_2 = 2Fe_3O_4$ (मॅग्नेटिक्)

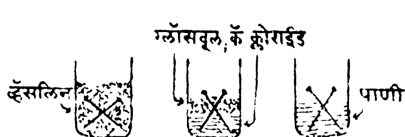
लो. + ऑ. = मॅग्नटिक् ऑक्साइड (चुंबकधर्मीय.)



(3) $2Fe + 3Cl_2 = 2FeCl_3$ (फेरिक् क्लोराइड)

लोखंडाचें गंजणें:–सर्व धातूंमध्यें लोखंड स्वस्त व पुष्कळ तऱ्हेनें उपयुक्तही आहे. परंतु हवेंत तें गंजत असल्यामुळें इंजिनीअर लोकांपुढें ही नेहमींची त्रासदायक बाब होऊन बसली आहे. लोखंड नेहमीं ओलसर हवेंत गंजतें. ही बाब आपल्या नेहमींच्या परिचयाची आहे. लोखंड कोणत्या परिस्थितींत गंजते, हें पाहण्यासाठीं पुढील प्रयोग करावा.

प्रयोग ९१ वा:–लोखंड केव्हां गंजतें हें तपासणें. (१) फक्त पाण्यांत:–एका नळींत शुद्ध उर्ध्वपातित पाणी घ्या, व थोडा वेळ तें उकळत ठेवा. (काय म्हणून ?) नंतर त्यांत एकदोन लोखंडाचे तुकडे टाका. पाण्याच्या पृष्ठ-भागावर थोडेसें पातळ व्हॅसलीन



आकृति ९५.

ओता. (कां ?) व्हॅसलीन् पाण्यावर तरंगेल व हवेला आंत येऊं देणार नाहीं. कांहीं दिवस ही नळी बाजूस ठेवून द्या. (२) शुष्क-हवेंत:–नळींत कॅलशिअम्–क्लोराइडचे तुकडे ठेवा. व त्यावर थोडी

ग्लासवूल ठेवून त्याच्यावर लोखंडाचे एकदोन खिळे ठेवा व बूच बसवा. ही नळी पहिल्या नळीशेजारीं ठेवा. (३) हवा व पाणी यांच्या सान्निध्यांतः–नळींत थोडसें पाणी घेऊन त्यांत एकदोन लोखंडाचे खिळे टाका व तशीच पहिल्या दोन नळ्याशेजारीं ठेवून द्या.

एकदोन दिवसांनीं फक्त तिसऱ्या नळींतील लोखंड गंजलेलें तुम्हांस आढळून येईल. म्हणून तें गंजूं न देण्यासाठीं हवा व पाणी यांशीं संबंध आणूं देतां कामा नये. म्हणून रोजच्या व्यवहारांत खालीलपैकीं एक उपाय योजतात.

(१) कांहीं लोखंडाच्या वस्तूंना रंग देतात किंवा व्हॅसलिन लावून ठेवतात. (२) दुसऱ्या कांहीं वस्तूंवर निकेल किंवा जस्त याचें पाणी चढवितात. कारण, या दोन्ही धातू हवेंत गंजत नाहींत. सायकलचे हँडल बार बादल्या, किंवा रॉकेलचे डबे या सर्वांवर निकेल किंवा जस्त चढविलेलें असतें.

यंत्राचे अवजड भाग दूरच्या देशाला जहाजांतून पाठविण्याचे वेळीं त्याच्या सभोंवतीं चुनकळ्याची पूड ठेवून देतात. प्रयोगशाळेंत-सुद्धां लोखंडाची तार ज्या डब्यांत ठेवतात, त्यांत थोडीशी चुनकळ्याची पूड टाकलेली असते.

फेरस सल्फेट (ग्रीन व्हिट्रॉइल) $FeSO_4 2H_2O$:–आयर्न पायराइट्स ज्या खडकांत सांपडतें ते खडक हवेनें अगर पाण्यानें धुपून निघाले म्हणजे त्यांमध्यें थोडेसें फेरस–सल्फेट सांपडतें. प्रत्यक्ष प्रयोगशाळेंत लोखंड सौम्य सल्फ्युरिकाम्लामध्यें विद्रुत होऊं देतात; व तो विद्रव सावकाश वाफरूं दिला तर फेरस सल्फेटचे स्फटिक मिळतात.

गुणधर्म व उपयोगः–हा फिकट हिरवा स्फटिकाकृति पदार्थ आहे. परंतु हवेंत उघडा ठेवला असतां ऑक्सिजनचें त्यावर कार्य होऊन तो पिंगट रंगाचा बनतो. याचा विद्रव आम्लधर्मी आहे. मोरचुदाप्रमाणें हा तापविला असतां याचेंही स्फटिकजल उडून जातें. प्रयोगशाळेंत नैट्रिक ऑक्साइडच्या वाफा शोषून घेण्यासाठीं याच्या विद्रवाचा उपयोग करतात. औद्योगिक दृष्ट्या 'प्रुशिअन् ब्ल्यू' किंवा लिहिण्याची निळी शाई तयार करण्याच्या कामीं याचा उपयोग आहे.

तांबें:— सृष्टींत थोड्या प्रमाणांत तांबें स्वतंत्रावस्थेंत सांपडतें. व तें सुद्धां अमेरिकेंत सुपीरीअर सरोवराच्या आसपास. परंतु कॉपर ऑक्साइड (रुबी ओअर), कॉपर सल्फाइड (कॉपर ग्लान्स), तांबें व लोखंड यांचा दुहेरी सल्फाइड (कॉपर पायराइट) या प्रकारच्या तांब्याच्या खनिजापासून तांबें शुद्ध स्वरूपांत काढतात.

गुणधर्म व उपयोग:— लोखंडाप्रमाणें तांब्याचाही उपयोग लोक फार प्राचीन काळापासून करीत आले आहेत. लोखंडापेक्षां वजनांत हें थोडेसें जड आहे (वि. गु. ८·९५). याची वाटेल तेवढी बारीक तार काढतां येते किंवा पत्रेही ठोकतां येतात. हें उष्णता व विद्युत् यांचें शीघ्रवाहक असल्यामुळें याचा उपयोग विद्युत्प्रवाह एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणीं नेण्यासाठीं करतात. याचा वितळण्याचा बिंदु १०८३°सें. आहे. तापवित असतां वितळण्याच्या थोडेसें अगोदर तें इतके ठिसूळ बनतें कीं, त्याची पूड करतां येते.

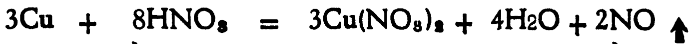
हवा व पाणी यांचा परिणाम:— हैड्रोजन सल्फाईड विरहित* कोरड्या हवेचा या धातूवर कांहींच परिणाम होत नाहीं. परंतु ओलसर हवेचा त्याच्यावर हळुहळूं परिणाम होऊं लागतो. व हिरवट रंगाचे कॉपर कार्बोनेटचे थर त्यावर बसतात. हवेंत बराच वेळपर्यंत तांबें तापविलें असतां, त्याचा व ऑक्सिजन्‌चा संयोग होऊन काळा कॉपर ऑक्साईड मिळतो. तांब्यावर पाण्याचें कांहीं कार्य होत नाहीं; परंतु पाण्याची वाफ तापत असलेल्या तांब्यावरून जाऊं दिली तर, ती विघटित होऊन ऑक्सिजन् व तांबें यांचा संयोग होतो व कॉपर ऑक्साइड मिळतो व हैड्रोजन् मोकळा होतो.

तांब्यावर होणारें आम्लाचें कार्य

सौम्य हैड्रोक्लोरिकाम्ल किंवा सल्फ्यूरिकाम्ल यांचे तांब्यावर कांहीं कार्य होत नाहीं; परंतु सौम्य नैट्रिकाम्लांत हें विद्रुत होऊन कॉपर नैट्रेट व नैट्रिक ऑक्साइड हीं मिळतात.

---

*शहरांत पुष्कळ ठिकाणीं विशेषतः दगडी कोळसा जाळतात तो जळतो तेव्हां थोडया प्रमणांत हा वायु उत्पन्न होतो व हवेंत मिसळतो.



$$3Cu + 8HNO_3 = 3Cu(NO_3)_2 + 4H_2O + 2NO \uparrow$$

तांबें + नैट्रिकाम्ल = तांब्याचा नैट्रेट व पाणी व नैट्रिक ऑक्सा.

[हा ऑक्साइड वास्तविक रंगहीन आहे; परंतु तो हवेंतील ऑॅक्सिजनशीं संयुक्त होऊन त्याचा $2NO_2$ नैट्रोजन् पेरॉक्साइड बनतो.]

तीव्र हैड्रोक्लोरिकाम्लांत तांबें हळुहळूं विद्रुत होतें व हैड्रोजन् वायु निघूं लागतो.



$$Cu + 2HCl = CuCl_2 + H_2$$

तांबें + हैड्रोक्लो. = क्युप्रिक क्लोराइड व हैड्रोजन्

तीव्र सल्फ्यूरिकाम्ल थंड असतांना त्याचें तांब्यावर कार्य होत नाहीं. परंतु तापवूं लागल्यावर विक्रिया सुरूं होते व सल्फर–डाय–ऑक्साइड वायु निघतो व विद्रवांत कॉपर सल्फेट मागें राहतो.



$$Cu + 2H_2SO_4 = CuSO_4 + 2H_2O + SO_2 \uparrow$$

तांबें + सल्फ्यूरिकाम्ल (उष्ण) = कॉपर सल्फेट व पाणी व सल्फर–डाय–ऑक्साइड

तीव्र नैट्रिकाम्लांतही तांबें विद्रुत होतें व कॉपर नैट्रेट व नैट्रोजन् पेरॉक्साइड ही मिळतात.

[येथें नैट्रोजन पेरॉक्साइड ऑक्साइड (पिंगट रंगाचा वायु) एकदमच तयार होतो.]



$$2Cu + 4HNO_3 = 2Cu(NO_3)_2 + 2H_2O + 2NO_2 \uparrow$$

तांबें + नैट्रिकाम्ल = कॉपर नैट्रेट + पाणी + नैट्रोजन् पेरॉक्साइड

उपयोगः–लोखंडाच्या खालोखाल उपयोगाबाबत तांब्याचा अनुक्रम लागतो. तांब्याचीं नाना प्रकारचीं भांडीं तर करतातच; परंतु तांबें विद्युत् व उष्णता यांचा शीघ्रवाहक असल्यामुळें त्याचा तार काढण्याकडेच अधिक उपयोग होतो. मोठालीं जहाजें तांब्याच्या पत्र्यानेंच मढवितात. मिश्रधातु (alloy) तयार करण्यासाठीं मोठ्या प्रमाणांत तांबें वापरतात.

मिश्रधातु:—जेव्हां दोन किंवा दोहोंपेक्षां अधिक धातु वितळविल्यानें धातू एकजीव होऊन मिसळून जातात, तेव्हां या मिश्रणास **मिश्रधातु** असें म्हणतात. या मिश्रधातूंत, ज्या धातूचें तें मिश्रण आहे त्या धातूचे कांहीं गुणधर्म असतातच; शिवाय कांहीं निराळेच गुणधर्म या नवीन मिश्रणास येतात. मिश्रणाचा वितळण्याचा बिंदु मूळ धातूच्या वितळण्याच्या बिंदूपेक्षां. कमी असतो. बिस्मथ्, शिसें, कथील आणि कॅडमिअम् यांपासून जी मिश्रधातु (वुड्ची मिश्रधातु) बनते ती त्यापेक्षां कमी उष्णमानावर वितळते. परंतु मिश्रणाच्या प्रत्येक धातूचा वितळण्याचा बिंदु यापेक्षां अधिक आहे. हा वितळण्याचा बिंदु कमी असल्यामुळें मिश्रधातूच्या नानाप्रकारच्या वस्तु बनवितांना तिला वाटेल तो आकार देतां येतो. मिश्रधातु मूळ धातूपेक्षां कठीण असते. हें निरनिराळ्या जातीच्या पोलादावरून दाखवितां येतें.* एक धातु दुसऱ्यांत मिसळल्यावर त्याचा चिवटपणा, बळकटी किंवा विद्युद्वाहकता बऱ्याच प्रमाणांत कमी होते.

तांब्याचे मिश्रधातुः— तांब्याचे मिश्रधातूही व्यवहारांत बरेच आहेत. उ. पितळ, जर्मन सिल्व्हर, ब्राँझ, बेल् मेटल् इ. चांदी किंवा सोनें या शुद्ध धातूचीं नाणीं केलीं तर तीं मऊ बनतात. तो मऊपणा जावा म्हणून त्या धातूंत थोडेसें तांबें मिसळतात. सर्व राष्ट्रांच्या लहान लहान नाण्यांत तांबें, शिसें व जस्त निरनिराळ्या प्रमाणांत मिसळलेलें असतें.

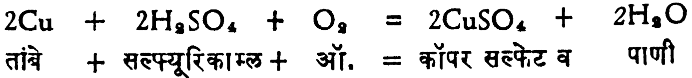
निरनिराळ्या १०० भाग मिश्रधातूंत निरानिराळ्या धातूंचें काय प्रमाण असतें हें पुढील कोष्टकांत दाखविलें आहे.

मिश्र धातु.	तांबें.	जस्त.	कथील.	निकेल.	सोनें.	चांदी.
पितळ	६०-९०	४०-१०	०	०	०	०
जर्मन सिल्व्हर	५०-६०	२५	०	२०-२५	०	०
ब्राँझ	७०-९५	१-२५	१-२५	०	०	०
निकेल नाणें	७५	०	०	२५	०	०
बेल् मेटल्	७८	०	२२	०	०	०
चांदीचें नाणें	७·५	०	०	०	०	९२.५

* पोलाद हें सुद्धां दोन धातूंचें मिश्रण आहे.

मोरचूद (कॉपर सल्फेट $CuSO_4, 5H_2O$)

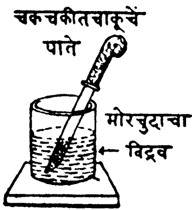
प्रयोगशाळेंत मोरचूद तयार करावयाचा झाल्यास काळा कॉपर ऑक्साइड किंवा कॉपर कार्बोनेट सौम्य सल्फ्यूरिकाम्लामध्यें संपृक्त विद्रव होईपर्यंत विद्रुत करावा. विद्रव गाळून घेऊन वाफरूं द्यावा. बराच पाण्याचा अंश वाफेच्या रूपानें निघून गेल्यावर बाकीच्यास सावकाश थंड होऊं द्यावें. म्हणजे मोरचुदाचे स्फटिक वेगळे होतील. व्यापारी दृष्ट्या साधारण सौम्य सल्फ्यूरिकाम्ल तांब्याच्या किसावर टाकून तापवितात. तेव्हां पुढील विक्रिया होते. (हवा मात्र सारखी सोडली पाहिजे.)



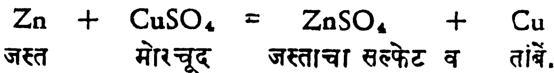
$$2Cu + 2H_2SO_4 + O_2 = 2CuSO_4 + 2H_2O$$

तांबे + सल्फ्यूरिकाम्ल + ऑ. = कॉपर सल्फेट व पाणी

मोरचुदाचे निळ्या रंगाचे स्फटिक असून, तापविले असतां (२००° सें.) त्याचा पांढऱ्या रंगाचा भुगा बनतो. कारण तापवितांना त्यांतलें स्फटिक-जल निघून जातें. या भुग्यावर पाणी टाकलें असतां, तो निळा होतो; म्हणून जलरहित पांढरा मोरचूद हवेवर उघडा ठेविला असतां पाण्याच्या वाफेनें कार्य होऊन तो निळा होतो. जस्त व लोखंड यांचे तुकडे एकेकटे मोर-चुदाच्या विद्रवांत टाकलें असतां, ते मोरचूद विघटित करतात; तांबें मोकळें होतें; व लोखंडाचा किंवा जस्ताचा विद्रव बनतो. पुढील विक्रिया पहा:-

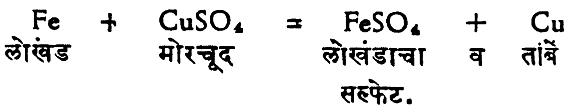


अकृति ९६.



$$Zn + CuSO_4 = ZnSO_4 + Cu$$

जस्त मोरचूद जस्ताचा सल्फेट व तांबें.



$$Fe + CuSO_4 = FeSO_4 + Cu$$

लोखंड मोरचूद लोखंडाचा सल्फेट व तांबें

उपयोग:-(१) विजेनें मुलामा देण्याच्या कामीं, व कांहीं विद्युत् घटांमध्येंही याचा उपयोग करतात.

(२) कापड रंगविण्याकडे किंवा चिटें छापण्याकडेही याचा उपयोग होतो.

(३) पाण्यांत विशेष प्रकारचे जंतू झाले असल्यास त्यांचा नाश करण्याकडेही मोरचुदाचा उपयोग करतात.

(४) तांब्याचे इतर कांहीं संयुग तयार करण्याच्या कामीं याचा उपयोग करतात.

(५) जलरहित (anhydrous) मोरचुदानें कांहीं सेंद्रिय पदार्थांत (अल्कोहोल) पाण्याचा अंश आहे कां नाहीं हें पाहतां येतें.

ॲल्युमिनम्

ही धातु मातीपासून मिळत असल्यामुळें याला मातीची धातु असें म्हणतात. हा बहुतेक सर्व प्रकारच्या मातीचा घटक असल्याचें दिसून येतें, कांहीं खडकांमध्येंसुद्धां ही माती सांपडते. तथापि या धातूचा खनिज म्हणजे 'बॉक्साइट–ॲल्युमिनम ऑक्साइड (Al_2O_3)–या-पासून अलिकडे विद्युत्‌च्या सहायानें कमी खर्चांत ही धातु वेगळी करतां येऊं लागल्यामुळें ती इतकी स्वस्त विकणें परवडतें.

प्रयोग ९२ वा:–(१) एक ॲल्यूमिनमचा तुकडा घेऊन त्याचा रंग पहा. इतर धातूंशीं तुलना करतांना (जडपणा) तुम्हांस काय आढळून येतें ?

(२) त्या तुकड्याचें विशिष्ट गुरुत्व काय ?

(३) नैट्रिक, हैड्रोक्लोरिक व सल्फ्यूरिकाम्लाचें यावर काय कार्य होतें तें काळजीपूर्वक पहा. कॉस्टिक सोड्याचा विद्रव धातू-वर टाकला तर कोणता वायु निघतो ?

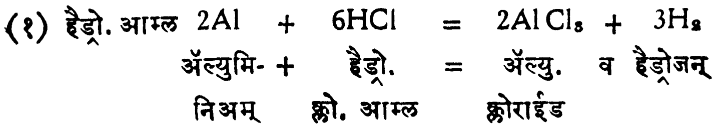
(४) एका लहानशा ॲल्युमिनमच्या वाटींत थोडा मिठाचा विद्रव ठेवा. दुसरे दिवशीं भांड्यावर काय परिणाम होतो तो पहा. (असा परिणाम कां होतो ?)

गुणधर्मः–ही धातु निळसर पांढऱ्या रंगाची असून, तिला वाटेल तितकी 'पॉलिश' करतां येतें. १००° ते १५०° अंशांपर्यंत तापविली

म्हणजे तिची तार किंवा पत्रे काढतां येतात. सावकाश थंड करून तिचा वर्ख तयार करतात. बहुतेक सर्व धातूंपेक्षां ही धातु हलकी असून, या गुणधर्मांचा व्यवहारांत पुष्कळ उपयोग केला आहे. विद्युत् व उष्णता यांचा ही धातु शीघ्रवाहक आहे.

या धातूवर हवेचा जवळ जवळ परिणाम होत नाहीं असें म्हटलें तरी चालेल. फक्त जेवढा भाग हवेला उघडा राहतो त्याचा हवेंतील ऑक्सिजनशीं संयोग होऊन, ऑक्साइडचा पातळ थर त्यावर बसतो. तसेंच शुद्ध पाण्याचें या धातूवर कांहीं कार्य होत नाहीं. तथापि समुद्राच्या पाण्याचें किंवा मिठाच्या विद्रवाचें फार तीव्र कार्य होऊन भांड्याला भोकें पडतात. ताकासारखे आंबट पदार्थ या भांड्यांत ठेवतां येतात. कारण ताकांतील अगर चिंचेंतील आम्लाचें कार्य धातूवर होत नाहीं. साधारणपणें वापरण्यांत आलेल्या मिठांत मळ म्हणून कांहीं मॅग्नेशिअम् क्लोराइड असतें. त्याचा उदक भेद (Hydrolysis) होऊन थोडेसें हैड्रोक्लोरिकाम्ल तयार होतें. या आम्लांत ॲल्युमिनम् धातु थोडा थोडा विरत जातो. मळकट मीठ ठेवल्यानें या धातूच्या भांड्यांस भोकें पडतात. या धातूचीं लवणें विषारी नाहींत.

आम्लाचें कार्यः— प्रयोगशाळेंतील सर्वमान्य आम्लांपैकीं नैट्रिक आम्लाचे ॲल्युमिनमूवर कांहीं कार्य होत नाहीं. फक्त हैडोक्लोरिक् आम्लांत तें ताबडतोब विद्रुत होऊन हैड्रोजन् निघतो. तांब्याप्रमाणें तीबरोबर ॲल्युमिनिअम् तापविली तर, ॲल्युमिनिअम् सल्फेट व सल्फर-डाय-ऑक्साइड हीं मिळतात.



(१) हैड्रो. आम्ल $2Al + 6HCl = 2AlCl_3 + 3H_2$

ॲल्युमिनिअम् + हैड्रो. क्लो. आम्ल = ॲल्यु. क्लोराईड व हैड्रोजन्

अल्कलीचें कार्यः— सोडियम् किंवा पोटॅशिअम् हैड्रॉक्साईड-मध्यें ही धातु ताबडतोब विद्रुत होते व हैड्रोजन् वायु निघतो.

उपयोग— ही धातू हलकी, टिकाऊ व बळकट असल्यामुळें हिचा व्यवहारांत अनेक ठिकाणीं उपयोग होतो. घरगुती, नाना प्रकारचीं

भांडीं* तसेंच जहाजाचे व विमानाचे कांहीं भाग तयार करण्याकडे याचा उपयोग फार होतो. कारण हवेचा किंवा शुद्ध पाण्याचा याच्यावर परिणाम होत नाहीं. अल्युमिनमूची पूड करून ती तिळाच्या तेलांत मिसळतात व वाफेच्या नळ्या किंवा दिव्याचे खांब यांना रंगविण्याकडे उपयोग करतात. (लोखंडाचे खांब रंग न देतां नुसते तसेच राहूं दिले तर काय होईल?) मॅग्नेशिअम् धातूबरोबर याचें मिश्रण केलें म्हणजे मॅग्नेलिअम् नांवाची एक कठीण धातु बनते. तराजूचे कांहीं भाग आणि दुसरीं कांहीं उपकरणें याच मिश्र-धातूचीं करतात.

पारा (Mercury)

अगदीं थोड्या प्रमाणांत पारा स्वतंत्रावस्थेंत सांपडतो; परंतु स्पेन व अमेरिका या देशांत फार मोठ्या प्रमाणांत पाऱ्याचे खनिज सांपडतात. त्याला 'सिनॅबार' (HgS) असें म्हणतात व पारा व गंधक याचा हा संयुग असतो.

[ही धातू पूर्वीच्या लोकांस माहित होती व हिलाच संस्कृतमध्यें रस नांव आहे. आर्य वैद्यकांत पाऱ्याचा उपयोग औषधांत फार करण्यांत येऊं लागला, त्या वेळेस या शास्त्राचे (Chemistry) प्रयोग अर्थातच वैद्यकी दृष्टीनें चालले होते; म्हणूनच या शास्त्रास रसायन-शास्त्र असें म्हणूं लागले. कारण त्यामध्यें पाऱ्याचा विशेष उपयोग त्या वेळीं होत असे.]

प्रयोग ९३ वा:—पाऱ्याचे गुणधर्म तपासणें.

[पाऱ्याचें वि. गु. कसें काढतात हें तुम्हाला आतां माहीत आहेच. पाऱ्याचे वि. गु. काय ?]

(१) एका बशींत पारा घ्या. त्यांत लोखंडाचा एक लहान तुकडा टाका. तो तरंगतो कां बुडतो ?

(२) पारा बशीला चिकटतो कीं काय तें पहा. तांब्याचा पत्रा पाऱ्यांत बुडवा; व बाहेर काढून हातानें त्याचा पृष्ठभाग घोळा. त्यावर पाऱ्याचा पातळ थर बसतो कीं नाहीं तें पहा. याला काय म्हणतात ?

---

* अल्युमिनमचीं भांडी वॉशिंग सोड्यानें धुवूं नयेत. कारण त्याचें मिठाच्या विद्रवाप्रमाणें धातूवर कार्य होतें, व त्यामुळें त्याना भोकें पडतात. (कां ?)

(३) एका नळींत थोडासा पारा घेऊन तो उकळेपर्यंत तापवा. त्याची वाफ होते कां नाहीं ते पहा. ही वाफ नळीच्या थंड भागावर आल्यावर पुन्हां द्रवरूप होते कां नाहीं ?

(४) पाऱ्यावर तापविण्याचें काय कार्य होतें ?

(५) हैड्रोक्लोरिक् व सौम्य सल्फ्यूरिकाम्लाचें यावर काय कार्य होतें तें पहा. त्यांत पारा विद्रुत होतो काय ?

(६) नैट्रिकाम्ल (तीव्र व सौम्य) व तीव्र सल्फ्यूरिकाम्ल यांचें काय कार्य होतें तें काळजीपूर्वक पहा.

पाऱ्याचे गुणधर्म

सामान्य उष्णमानावर द्रवावस्थेंत असणारी पारा अशी ही एकच धातु आहे. हा चकचकीत पांढरा द्रव असल्यामुळें त्याला '**क्विकसिल्व्हर**' असेंही म्हणतात. त्याचें वि. गु. १३·६ आहे. तो विद्युत् व उष्णता यांचा शीघ्रवाहक आहे. लोखंड व प्लॅटिनम् या धातूंखेरीज बाकीच्या सर्व धातूंशीं त्याची मिश्र धातू बनते व तिला 'अमल्गम्' असें विशेष नांव आहे. सोनें व चांदी त्याच्या खनिजापासून वेगळे काढण्याकडे या गुणधर्माचा उपयोग करतात. शुद्ध पारा पाण्याप्रमाणें कांचेला चिकटत नाहीं. हवेवर नुसतां उघडा ठेवला तरी तिचा त्यावर कांहीं परिणाम होत नाहीं. परंतु हवेंत फार वेळ तापविला, तर त्याचा व ऑक्सिजनचा संयोग होऊन, मर्क्यूरी ऑक्साइड बनतो.

पाऱ्याचे उपयोगः—त्याचें दार्ढ्य फार असल्यामुळें वायुभारमापकांत पारा वापरतात. त्याचें प्रसरण नियमित असल्यामुळें व तो उष्णतेचा शीघ्रवाहक असल्यामुळें उष्णमापकासाठींही याचा उपयोग होतो. याचा कथिलाबरोबर होणाऱ्या अमल्गम्चा उपयोग आरसे तयार करण्याकडे करतात.

प्रयोगशाळेंत तर पाण्यांत विद्रुत होणारे वायु जमा करण्यासाठीं याचा विशेष उपयोग होतो. औषधांत अनेक जातीचीं पाऱ्याचीं भस्में करतात. कॅलोमेल् व करोसिव्ह सब्लिमेंट या नांवाचीं दोन लवणें तयार करण्याकडे याचा फार उपयोग होतो.

आम्लाचें कार्य:–हैड्रोक्लोरिकाम्ल व सौम्य सल्फ्यूरिकाम्ल यांचीं पाऱ्यावर कार्यें होत नाहींत. तीव्र व तापलेल्या सल्फ्यूरिकाम्लाची पाऱ्याशीं विक्रिया होऊन त्यापासून सल्फर डाय–ऑक्साइड नांवाचा वायु निघतो. सौम्य नैट्रिकाम्लांत मात्र जरा सावकाश विद्रुत होतो. तीव्र आम्लाचें कार्य मात्र विशेष लवकर होतें. व त्यामुळें कॉपर नैट्रेट व नैट्रोजन पेरॉक्साइड हीं बनतात.

उष्णतेचें कार्य:–थोडासा पारा एका नळींत घालून खूप तापविला तर, त्याचा व हवेंतील ऑक्सिजन्चा संयोग होऊन तांबडा मर्क्युरी ऑक्साइड बनतो.

तांबडा मर्क्युरी आक्साइड (HgO):—वर सांगितलें आहेच कीं, पारा हवेंत खूप तापविला तर हा ऑक्साइड मिळतो. ही तांबूस रंगाची जाड पूड असून सूक्ष्म प्रमाणांत जंतुनाशकही आहे. शिवाय, यांचीं सुंदर तांबूस रंगाचीं पिगमेंट् तयार करतात.

कॅलोमेल् (मर्क्यूरस क्लोराइड) Hg_2Cl_2 ($2HgCl$)

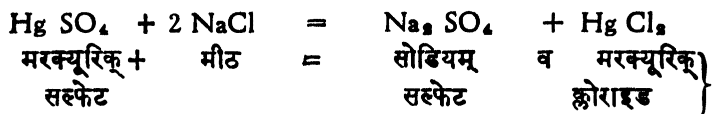
मर्क्युरिक् सल्फेट, पारा व मीठ यांचें मिश्रण एकत्रित तापविल्यानें किंवा पारा व (मर्क्यूरिक्) क्लोराइड एकत्रित तापविल्यानें, ही पूड तयार होते, कॅलोमेल् वाफरतो व ही वाफ थंड पात्रांत थंड होऊं देतात.

हैड्रोक्लोरिकाम्ल व मर्क्यूरस् नैट्रेट एकत्रित करूनसुद्धां हा क्लोराइड मिळतो. याचा पांढरा सांका तळाशीं बसतो.

गुणधर्म:–ही पांढुरक्या रंगाची पूड पाण्यांत, त्याचप्रमाणें सौम्य आम्लांतही अविद्राव्य आहे. तापविली असतां एकदम वाफरते.

उपयोग:–रेचक म्हणून याचा उपयोग वैद्यकांत करतात.

मर्क्यूरिक् क्लोराइड:–($HgCl_2$) यालाच व्यवहारांत करोसिव्ह सब्लीमेंट असें म्हणतात. मरक्युरिक सल्फेट आणि मीठ यांची एकत्रित बारीक पूड करून तिला वाफरूं द्या. ही विक्रिया पुढें दाखविली आहे.



$$HgSO_4 + 2NaCl = Na_2SO_4 + HgCl_2$$

मरक्यूरिक् सल्फेट + मीठ = सोडियम् सल्फेट व मरक्यूरिक् क्लोराइड

गुणधर्म:-हीसुद्धां पांढऱ्या रंगाची पूड असून पाण्यांत विरघळते. ही फार विषारी आहे. सेंद्रिय पदार्थ कुजण्याची क्रिया घडवून आणणाऱ्या जंतूंवर याचा दृश्य परिणाम त्वरित घडून येतो. लांकडाच्या सालींत याचा विद्रव घातला तर तें कुजत नाहीं. शस्त्रवैद्यकांत जखमांतील जंतूंचा हाता-वर किंवा शस्त्रावर परिणाम होऊं नये म्हणून या पुडीचा किंवा तिच्या विद्रवाचा उपयोग करतात.

मरक्युरिक् सल्फाइड:-HgS हें पाऱ्याचें लवण सिनॅबार (तांबडे स्फटिक किंवा स्फटिकाकृति गोळा) स्वरूपांत सृष्टींत सांपडतें. पारा आणि गंधकाची पूड एकत्रित आणून चोळल्यानें अथवा त्याच्या दुसऱ्या लवणांत हैड्रोजन् सल्फाईड वायु जाऊं देऊन हा सल्फाइड मिळतो.

ही काळी पूड आहे. ही पूड कोणत्याही-हैड्रोक्लोरिक्, नैट्रिक व सल्फ्यूरिक्-आम्लांतहीं विद्रुत होत नाहीं. ही पूड वाफरूं दिली तर यापासून तांबड्या रंगाचे स्फटिक मिळतात. एक प्रकारचा रंग म्हणून हा संयुग फार मोठ्या प्रमाणावर तयार करतात.

मॅग्नेशिअम्:-सृष्टींत अनेक ठिकाणीं व पुष्कळ प्रमाणांत हा संयुक्तावस्थेंत सांपडतो. मॅग्नेशिअम्चे महत्वाचे खनिज म्हटले म्हणजे 'कार्नालाइट, मॅग्नेसाइट, व डोलोमाईट' हे होत. कार्नालाईट हा पोटॅ-शिअम् व मॅग्नेशिअम् यांचा दुहेरी क्लोराईड ($MgCl_2KCl6H_2O$) मॅग्नेसाईट हा मॅग्नेशिअम्चा कार्बोनेट, व डॉलेमाईट हा मॅग्नेशिअम् व कॅलशिअम् यांचा दुहेरी कार्बोनेट. ही धातू झऱ्याच्या पाण्यांत मॅग्नेशिअम् सल्फेटच्या स्वरूपांत विद्रुतावस्थेंत सांपडते.

प्रयोग ९४ वा:-मॅग्नेशिअम्ची तार घेऊन तिचा रंग पहा. कांहीं दिवस हवेंत उघडी ठेवली तर तिच्यावर परिणाम होतो कां नाहीं ? ती ज्योतीवर धरून जाळा. कशी जळते ? मागें राहिलेली पांढरी पूड कसली ? थोडासा तुकडा पाण्यांत टाका. त्यावर काय परिणाम होतो ? तापवलेली (जळत असलेली) मॅग्नेशिअम्ची तार पाण्याच्या वाफेंत सोडा. काय परिणाम होतो ? (प्रयोग ४५ पहा.)

गुणधर्म:–या धातूचा रंग निळसर करडा आहे; तसेंच याला चकाकीही आहे. नुसती उघडी हवेंत ठेवली असतां, त्याच्यावर हवेंतील ऑक्सिजन्‌चा फार सावकाश परिणाम होतो व त्याच्या पृष्ठभागावर पांढऱ्या पुडीचा थर सांचतो. तापविल्यावर ती जळते व जळतांना तिचा प्रकाश फार तीव्र पडतो. व धातूची पांढरी पूड बनते. हा मॅग्नेशिअम् ऑक्साइड. सामान्य उष्णमानावर, याचें पाण्यावर कांहींच कार्य होत नाहीं; परंतु ती जळत असतांना पाण्याच्या वाफेंत धरली तर पाणी विघटित होऊन ऑक्सिजन्‌बरोबर त्याचा संयोग होतो व हैड्रोजन् मोकळा होतो.

याचें थोड्या प्रमाणांत पत्रे काढतां येतात व उच्च उष्णमानावर मात्र त्याची तार काढतां येते. सर्व सौम्य आम्लांत मॅग्नेशिअम् विद्रुत होते व हैड्रोजन् निघतो; परंतु कॉस्टिक अल्कलीच्या विद्रवाचा मात्र त्याच्यावर कांहींच परिणाम होत नाहीं.

मॅग्नेशिअमूची जळती तार जर नैट्रोजन् वायूमध्यें सोडली, तर त्याच्याशीं संयुक्त होऊन मॅग्नेशिअम् नैट्रोइड ($Mg_3 N_2$) नांवाचा संयुग बनतो.

उपयोग–सूर्यप्रकाशाच्या अभावीं फोटो काढण्यासाठीं जळणाऱ्या मॅग्नेशिअमच्या प्रकाशाचा उपयोग करतां येतो. मॅग्नेशिअमूची पूड जाळून हा 'फ्लॅश लाईट' निर्माण करतात. शोभेची दारू तयार करण्यासाठीं म्हणूनही हा वापरतात.

मॅग्नेशिअम् ऑक्साइड–(MgO) 'पेरिक्लेज' नांवाच्या खनिज पदार्थाच्या स्वरूपानें, हा स्वतंत्रावस्थेंत (Native) सांपडतो. मॅग्नेशिअम् धातू हवेंत जाळली असतांही हा तयार होतो.

स्ट्रासफुर्टच्या खाणींत सांपडणाऱ्या मॅग्नेशिअम्-क्लोराइडपासून मॅग्नेशिअम् ऑक्साइड (मॅग्नेशिआ) फार मोठ्या प्रमाणांत तयार करतात. मॅग्नेशिअम्-क्लोराइडपासून मॅग्नेशिअम्-कार्बोनेट बनवून व तो जाळून, त्यांतील कार्बन्-डाय-ऑक्साइड मोकळा केल्यानें हा ऑक्साइड मिळतो. याला' मॅग्नेशिआ युस्टा' असें म्हणतात. हा फार उच्च उष्णमानावर वितळत असल्यानें इतक्या उष्णमानापर्यंत तापविलेल्या चिनीमातीच्या भांड्यावर कलाकुसरी करण्याकरितां या ऑक्साईडचा उपयोग होतो.

मॅग्नेशिअम् सल्फेट ($MgSO_4, 7H_2O$) हा ' इप्सम् ' येथील झऱ्याच्या पाण्यांत मोठ्या प्रमाणावर सांपडत असल्यानें याला ' इप्सम् सॉल्ट ' असें म्हणतात. मॅग्नेशिअम् सल्फेटचा विद्रव वाफरूं दिला व स्फटिक बनविले, तर ते यासारखेच बनतात. हा विद्रव चवीला कड-बट असा लागतो.

प्रयोग ९५ वाः— सुमारें २० ग्रॅम् मॅग्नेशिअम्–कार्बोनेट घेऊन तो सौम्य सल्फ्यूरिकाम्लांत विद्रुत करा. हा विद्रव गाळ-णींतून गाळून घेऊन नेहमींप्रमाणें वाफरून व सावकाश थंड करून त्याचे स्फटिक बनवा. नंतर वरचें पाणी सावकाश ओतून काढून स्फटिक गाळणीच्या कागदावर ठेवून चांगले कोरडे करा. ह्या कृत्रिम स्फटिकाची व स्वाभाविक स्फटिकाची तुलना करा.

गुणधर्मः— हा पांढऱ्या रंगाचा स्फटिकाकृति पदार्थ असून पाण्यांत विद्रुत होतो. याची चव स्वभावतः कडवट अशी आहे.

उपयोगः— मॅग्नेशिअम्–सल्फेटचा पुष्कळ ठिकाणीं उपयोग होतो. वैद्यकांत रेचक म्हणून उपयोग होतो. पोटॅशिअम् किंवा सोडियम् सल्फेट तयार करण्यासाठींही हा वापरतात. खत म्हणूनही याचा केव्हां केव्हां उपयोग करतात. परंतु याचा मुख्य उपयोग म्हणजे कापसाच्या काप-डाला तकाकी आणणें हा होय. (As a dressing for cotton goods.)

या प्रकरणांतील महत्वाच्या गोष्टींचा सारांश.

(१) धातूंचे गुणधर्मः—अधातूंच्या गुणधर्मांहून भिन्न आहेत; त्यांना चकाकी असते; ते जड व बहुतेक स्थाणु असतात, वगैरे तुमच्या ध्यानांत असेलच.

(२) जमिनींत सांपडणाऱ्या ज्या संयुगापासून धातू वेगळ्या काढतात त्यांना खनिज (Ore) असें म्हणतात. हे खनिज बहुधा धातूचे ऑक्साइड, कार्बोनेट, सल्फाइड, किंवा क्लोराइड या स्वरूपांत आढळून येतात.

(३) कोक, व कार्बन यांच्या सहायानें ऑक्साइडपासून धातू वेगळे करण्याच्या क्रियेस धातू-शुद्धीकरण-क्रिया, असें म्हणतात.

(४) सल्फाइड किंवा कार्बोनट भाजून त्याचे ऑक्साइड-मध्यें रूपांतर करून, किंवा ऑक्साइड हा खनिज असला, तर तो तप्त भट्टीमध्यें कोक व चुनखडीसह वितळून, लोखंड वेगळें करतात.

(५) लोखंडाचे तीन प्रकार (१) ओतीव (२) घडीव (३) पोलाद. यांपैकीं घडीव लोखंडच अधिक शुद्ध असतें. पोलाद अतिशय कठीण असतें व त्याला पाणी देतां येतें.

(६) दमट हवेचा लोखंडावर परिणाम होऊन तें गंजतें.

(७) तांबें स्वतंत्रावस्थेंत सांपडतें; कार्बोनट व ऑक्साइड हे त्याचे खनिज आहेत.

(८) हें जड असून घनवर्धनीय आहे. तें उष्णता व विद्युत् यांचें शीघ्रवाहक आहे. ओलसर हवेचा त्याच्यावर हळुहळूं परिणाम होतो. त्याचा मिश्र धातू (alloy) बनविण्याकडे उपयोग होतो. याचा मुख्य संयुग म्हणजे मोरचुद (Copper Sulphate).

(९) ॲल्युमिनम्ः—विद्युत्-विघटनेनें (Electrolysis) ही धातू त्याच्या खनिजापासून वेगळी करतात.

(१०) ही धातू हलकी, टिकणारी व घनवर्धनीय अशी आहे. त्याच्यावर हवेचा परिणाम होत नाहीं. मिठाचा विद्रव किंवा वॉशिंग सोड्याचा विद्रव, याची त्याच्यावर विक्रिया होते. म्हणून या धातूचीं भांडीं वॉशिंग सोड्यानें धुवूं नयेत; किंवा यांत मीठ सांठवून ठेवूं नये.

(११) पाराः-सिनॅबारपासून पारा वेगळा काढतात.

(१२) दुसऱ्या धातूबरोबर याचें मिश्रण केल्यास त्यास ‘ अमल्गम् ’ असें म्हणतात.

(१३) याचे मुख्य संयुग (अ) कॅलोमेल् (Hg_2Cl_2) (ब) करोझिव्ह सब्लिमेट ($HgCl_2$) (क) तांबडा मर्क्युरी ऑक्साइड.

उष्णमापक, वायुभारमापक तयार करण्यासाठीं व चांदी व सोनें खनिजापासून वेगळें करण्यासाठीं, याचा उपयोग करतात.

(१४) मॅग्नेशिअम्ः–मॅग्नेशिअम् ह्या संयुक्तावस्थेंत सांपडतो. ही धातू जळतांना तीव्र प्रकाश पडतो. 'फ्लॅश्-लाइट'नें फोटो काढण्याकडे याच्या प्रकाशाचा उपयोग करतात. याचा महत्वाचा संयुग म्हणजे मॅग्नेशिअम्-सल्फेट.

प्रश्न

(१) चांदीच्या नाण्यांत तांबें असतें, हें तुम्ही ज्या प्रयोगानें सिद्ध कराल तो प्रयोग सांगा;— (१९२१ मुं. वि. वि.)

(२) तांब्याचे उपयोग कोणते ? (१९२६ ,, ,, ,,)

(३) चांदीच्या नाण्यांत तांबें कां मिसळतात ? (१९२७मुं ,, ,,)

(४) कॉपर ऑक्साइडपासून तांबें कसें वेगळें कराल ? (१९२८ ,, ,, ,,)

(५) मोरचुदाचा स्फटिक कोरड्या नळींत तापविला तर काय परिणाम होईल ? (१९३१ ,, ,, ,,)

(६) तापविलेला तांब्याचा तुकडा स्पिरिटमध्यें टाकला तर काय होईल ? (१९३४ ,, ,, ,,)

(७) लोखंड त्याच्या खनिजापासून कसें काढतात ? तुमच्या प्रयोगशाळेंत त्या पद्धतींचें तत्व विशद करून दाखविणारा कोणता प्रयोग तुम्ही कराल ? (१९२३ मुं. वि. वि.)

(८) पोलाद व घडीव लोखंड यांत फरक कोणता ? लोखंड गॅंजू नये म्हणून तुम्ही काय कराल ? रॉकेलचे डबे लोखंडाच्या पत्र्याचे केलेले असतात हें तुम्ही कसें सिद्ध कराल ? (१९२९ मुं. वि. वि.)

(९) लोखंड त्याच्या खनिजापासून वेगळें कसें काढतात ?

(१०) पाण्याचे उपयोग काय ? त्याचे महत्त्वाचे संयुग कोणते ? त्यांचा व्यवहारांत काय उपयोग होतो ?

(११) तीव्र नैट्रिकाम्लाचे व सल्फ्यूरिकाम्लाचें पुढील धातूंवर काय कार्य होईल ? समीकरणें द्या:-

(१) तांबें, (२) लोखंड, (३) पारा, (४) मॅग्नेशिअम्.

*

प्रकरण २१ वें.

कांहीं विशिष्ट पदार्थांचे उपयोग व गुणधर्म

(१) टांकणखार (Borax, $Na_2 B_4 O_7 + 10H_2 O$ Sodium Borate)

टांकणखार म्हणून एक लवण काश्मीर, नेपाळ, इत्यादि उत्तरेच्या भागांत आशियांतील कांहीं सरोवरांत सांपडतें. टस्कनी प्रदेशांत सांपडणारें बोरिकाम्ल उदासीन करून हा टांकणखार (बोरॅक्स) तयार करतात.

प्रयोग ९६ वा:-टाकणखाराचे गुणधर्म तपासणें:-टांकणखाराचे कांहीं स्फटिक हातावर घेऊन त्याचा रंग व चव पहा. एका नळींत पाणी घेऊन त्यांत एकदोन खडे टाका, त्यांत ते विद्रुत होतात काय? याच्या विद्रवांत तांबडा लिटमसचा कागद टाका. तो निळसर होतो काय? नळींत घेऊन हा खार तापवा. पहा, किती फुगून येतो तो. आणखी कांहीं वेळ तापविणें सुरूं ठेवून पहा. तो वितळतो काय? वितळल्यानंतर तसाच थंड करीत ठेवा.

गुणधर्मः-टांकणखाराचे स्फटिक रंगहीन असून, तो पाण्यांत विद्रुत होतो. यांत तांबडा लिटमसचा कागद निळा होतो म्हणून हा सौम्य अल्कधर्मी आहे. तापविल्यावर हा पुष्कळ फुगून येतो व आणखी वाफेच्या रूपानें पाणी निघून जातें. यास त्याची लाही असें म्हणतात. ही लाही तापविली तर ती वितळते व टांकणखार रंगहीन द्रवरूपानें मिळतो. या द्रवांत पुष्कळ धातूंचे ऑक्साइड विद्रुत होतात व त्यांपैकीं कांहींबरोबर तर रंगीत कांचेचे मणी बनतात.

उपयोगः-याचा उपयोग औषध म्हणून तर फार दिवसांपासून होत आहे. हा कीड पडूं देत नाहीं. (जंतुप्रतिबंधक) याचा उपयोग करून मांस पुष्कळ दिवस न कुजतां ठेवतां येतें. पोर्सेलीनचीं भांडीं तयार करण्याच्या कारखान्यांत किंवा रंगीत कांच तयार करण्याच्या कारखान्यांत याचा मोठ्या प्रमाणावर उपयोग केला जातो. याच्या द्रवांत कांहीं धातूंचे ऑक्साइडस् विद्रुत होत असल्यानें भांड्यास डाक घालण्यासाठीं याचा

उपयोग मोठ्या प्रमाणांत करतात. कारण, डाक लावण्यासाठीं भांडीं तापवावीं लागतात. परंतु तापविल्यावर त्यांवर हवेंतील ऑक्सिजनचें कार्य होऊन, डांक लावण्याच्या जागीं धातूचा ऑक्साइड बनतो. परंतु, चांगला डाक बसावा यासाठीं ही जागा तर स्वच्छ व चकचकीत असावी लागते. तेव्हां बोरॅक्सचा द्रव तेथें लाविल्यानें त्या जागीं धातूचा बनलेला ऑक्साइड विद्रुत होतो; डाक लावण्याची जागा चकचकीत व स्वच्छ होते.

(२) पोटॅशिअम् परमँगॅनेट ($KMnO_4$)

प्रयोग ९७ वा:--पोटॅशिअम्-परमँगॅनेटचे गुणधर्म तपासणें:—पोटॅशिअम् परमँगॅनेटचा थोडासा भाग कागदावर घेऊन त्याचा रंग व स्फटिकाकृति पहा. थोडासा भाग घेऊन पाण्यांत टाका. पाण्याला तावडतोब रंग येतो कां नाहीं? विद्रवाचा रंग व स्फटिकाचा रंग एकच आहे कां नाहीं; त्याचे थोडेसे स्फटिक नळींत घेऊन तापवा. काय होतें? थोडेसें सल्फ्यूरिकाम्ल याच्य स्फटिकावर टाका. स्फोट होतो कां नाहीं?

एका नळींत पोटॅशिअम्-हैड्रॉक्साइडचा विद्रव तयार करा. व त्यांत परमँगॅनेटचा विद्रव मिळवून हें विद्रवाचें मिश्रण तापवा. विद्रवाचा रंग हिरवा होईल. काय म्हणून? पुढील विक्रिया पहा.



$$2KMnO_4 + 2KOH = 2K_2MnO_4 + H_2O + O$$

पोटॅशिअम् परमँगॅनेट + पोटॅशिअम् हैड्रॉक्साइड = पोटॅशिअम् मँगॅनेट (हिरवा रंग) व पाणी व ऑक्सिजन्.

पोटॅशिअम्-परमँगॅनेटमध्यें थोडेसें गंधक किंवा कोळसा मिसळून तापविले तर स्फोट होतो. काय म्हणून? गंधक किंवा कोळसा याच्या ज्वलनास लागणारा ऑक्सिजन् पोटॅशिअम् परमँगॅनेटपासून मिळतो.

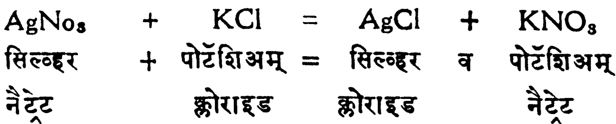
गुणधर्म व उपयोग:--याचे अगदीं काळसर जांभळ्या रंगाचे लांबट स्फटिक असून ते पाण्यांत विद्रुत होतात. एका कणानेंही पाण्याला जांभळा (फिकट) रंग येतो. हा विद्रव जंतुनाशक आहे. कॉलऱ्यासारख्या जंतूंची वाढ पाण्यांत होते, म्हणून त्यांचा नाश करण्यासाठीं हें लवण पाण्यांत टाकतात. हिरड्यांतील किडीचा नाश कर-

ण्यासाठीं याच्या विद्रवाच्या चुळा भरून टाकण्यास सांगतात. ह्याच्याच जोडीचें सोडियमचें लवण, सोडियम् परमॅंगनेट-' कॉंडीज फ्ल्युइड ' या नांवानें विकलें जातें.

(३) **पोटॅशिअम् क्लोराइड** (KCl) हें लवण स्टॅस्फुर्ट येथील खाणींत मिठाच्या खाणीजवळ सांपडतें. तसेंच समुद्राच्या पाण्यांतही आढळून येतें. याचे मिठासारखे घनाकृति स्फटिक असतात. सध्यां याच्यापासून पोटॉशीअम्चीं दुसरीं पुष्कळ लवणें तयार करतां येतात.

(४) **Silver Halides:- (अ) सिल्व्हर क्लोराइड, (ब) ब्रोमाइड, (क) आयोडाइड**

(अ) **सिल्व्हर क्लोराइड**:-सिल्व्हर नैट्रेट व दुसऱ्या धातूचा विद्राव्य क्लोराइड यांचे विद्रव एकमेकांत मिसळले असतां क्लोराइडचा सांका मिळतो. पुढील विक्रिया पहाः-



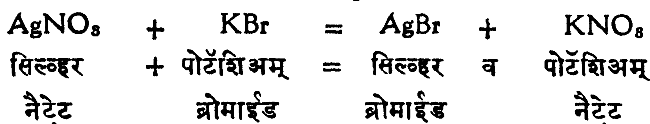
$AgNo_3$ + KCl = AgCl + KNO_3

सिल्व्हर नैट्रेट + पोटॅशिअम् क्लोराइड = सिल्व्हर क्लोराइड व पोटॅशिअम् नैट्रेट

हें लवण सृष्टींतही सांपडतें व त्याला ' हॉर्न सिल्व्हर ' असें म्हणतात. हा क्लोराइड २६०° सें. ला वितळतो व त्यापेक्षां अधिक तापविला तर वाफरतो. हा पाण्यांत अविद्राव्य आहे; परंतु तीव्र हैड्रोक्लोरिकाम्लांत व तसेंच मिठाच्या विद्रवांतही हा विद्रुत होतो. अमोनियाच्या विद्रवांत तसेंच सोडियम्-थायोसल्फेटच्या विद्रवांतही तर हा लवकर विद्रुत होतो. याच कारणामुळें ह्या दुसऱ्या लवणाचा उपयोग फोटोमधील 'प्रतिमा' कायम करण्यासाठीं करतात.

चांदीच्या क्लोराइडचा विशेष उपयोग फोटोग्राफीमध्यें होतो. कारण, यावर सूर्यप्रकाश पडला तर त्याचा रंग जांभळा होऊं लागतो, आणि जसजसा हा प्रकाश अधिक पडत जाईल, तसतशी रंगाची तीव्रताही वाढते. सूर्यप्रकाशांत हें लवण थोडेसें विघटित होऊन क्लोरिन् मोकळा होतो आणि काळया रंगाचा चांदीचा संयुग मागें राहतो. याची घटना काय आहे हें अद्याप कळलें नाहीं.

(ब) **सिल्व्हर ब्रोमाईड** (AgBr) क्लोराइडप्रमाणेंच, नैट्रेट व दुसऱ्या धातूचा विद्राव्य ब्रोमाईड यांचे विद्रव एकमेकांत मिसळले असतां सिल्व्हर ब्रोमाइडचा सांका मिळतो. पुढील विक्रिया पहाः–



$AgNO_3 + KBr = AgBr + KNO_3$

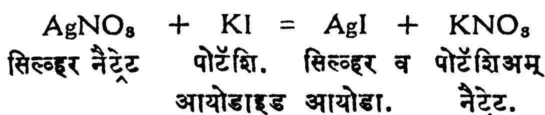
सिल्व्हर नैट्रेट + पोटॅशिअम् ब्रोमाईड = सिल्व्हर ब्रोमाईड व पोटॅशिअम् नैट्रेट

या चांदीच्या ब्रोमाईडचा रंग फिकट पिवळा असतो. अमोनियाच्या विद्रवांत तितकासा (चादीच्या क्लोराइडप्रमाणें) हा विद्राव्य नाहीं. कोरडा सिल्व्हर ब्रोमाईड अमोनिया वायु शोषून घेत नाहीं.

प्रयोग ९८ वाः–सिल्व्हर नैट्रेटचे स्फटिक पाण्यांत विरवून त्याचा विद्रव बनवा. तसाच दुसऱ्या एका नळींत पोटॅशिअम् ब्रोमाइडचा विद्रव बनवा व हे दोन्ही विद्रव एकमेकांत मिसळा. तुम्हांस ब्रोमाइडचा सांका मिळेल. हा सांका गाळणीच्या कागदावर घेऊन कांहीं वेळ सूर्यप्रकाशांत धरा. तोही क्लोराइडच्या कागदाप्रमाणें काळा पडतो कां नाहीं ?

सिल्व्हर ब्रोमाइडवर सूर्यप्रकाशाचें कार्य घडतें. त्यामुळें याचा उपयोग ' ड्रायप्लेट फोटोग्राफीमध्यें मुख्यत्वेंकरून होतो.

(क) **सिल्व्हर आयोडाइड** (AgI) वरच्या दोन संयुगाप्रमाणें सिल्व्हर नैट्रेटचा विद्रव पोटॅशिअम आयोडिअडच्या–किंवा दुसऱ्या कोणत्याही विद्राव्या आयोडाइडच्या–विद्रवांत मिसळला असतां या संयुगाचा सांका मिळतो. किंवा तीव्र हैड्रा–आयोडिक् आम्लामध्यें चांदी टाकली असतां हा संयुग तयार होतो.



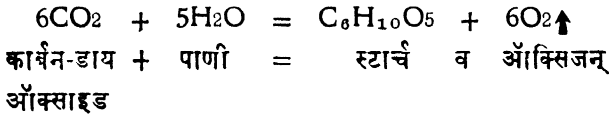
$AgNO_3 + KI = AgI + KNO_3$

सिल्व्हर नैट्रेट पोटॅशि. आयोडाइड सिल्व्हर आयोडा. व पोटॅशिअम् नैट्रेट.

या क्रियेंत हा पिवळ्या पुडीच्या स्वरूपांत नेहमीं मिळतो. अमोनियाच्या द्रवांत हा तितकासा विद्राव्य नाहीं. ब्रोमाइड व क्लोराइडप्रमाणें याचा पूर्वी फोटोग्राफीमध्यें उपयोग करीत असत. फोटोग्राफीच्या अगदीं पहिल्या काळांत सिल्व्हर आयोडाइडचाच उपयोग केला जात असे.

(४) **स्टार्च**:–बटाटा, तांदुळ, गहूं इत्यादि पदार्थांचा स्टार्च हा एक मुख्य घटक आहे. हा वरील पदार्थांपासून अगदीं साध्या रीतीनें वेगळा काढतां येतो. प्रथम भिजवून हे पदार्थ मऊ करतात व त्याच्यावर दाब घालून पीठ करतात. याप्रमाणें त्यांतील सेल्युलोजपासून स्टार्च वेगळा होतो. वनस्पतीचे इतर घटक वेगळे करण्यासाठीं त्यांत पाणी मिसळून लहान छिद्राच्या चाळणीमधून गाळतात. तेव्हां पांढऱ्या रंगाचा दाट द्रव खालीं जमा होतो. कांहीं वेळ हा तसाच राहूं दिला तर भांड्याच्या तळास स्टार्चचा थर गोळा होतो. हा जमा करून वाळवितात.

[सूर्यप्रकाशांत हिरव्या वनस्पती, हवेंतील कार्बन–डाय–ऑक्साइड वायु व जमिनींतील पाणी यांचा संयोग घडूं देऊन स्टार्च बनवीत असावेत आणि ऑक्सिजन् हवेंत मोकळा सोडीत असावेत] ही होणारी–विक्रिया पुढे दाखविली आहे.



$6CO_2 + 5H_2O = C_6H_{10}O_5 + 6O_2\uparrow$

कार्बन-डाय + पाणी = स्टार्च व ऑक्सिजन्
ऑक्साइड

[रात्रीं ह्या अविद्राव्य स्टार्चची विद्राव्य साखर (ग्ल्यूकोज) बनत असावी व ती वनस्पतीच्या निरनिराळ्या भागांकडे भावी उपयोगासाठीं सांठवून ठेवली जात असावी. फळांमध्यें किंवा उंसांत ती ग्ल्यूकोजच्या रूपानें रहात असावी; आणि बटाटे, तांदूळ, गहूं या धान्यांत तिचें पुन्हा स्टार्चमध्येंच रूपांतर होत असावें.]

गुणधर्म:––हा पांढरा पिष्ठमय पदार्थ असून याच्या कणांचा आकार दीर्घ वर्तुळाकार किंवा वाटोळा असतो; परंतु हे कण फक्त सूक्ष्मदर्शक भिंगांतूनच दिसूं शकतात थंड पाण्यांत स्टार्च विद्रुत होत नाहीं. तरी उकळत्या पाण्यांत टाकला तर त्याचा चिकट पाक (Emulsion) बनतो.

उपयोग:––परीट लोक पांढरे कपडे धुतल्यानंतर साफ करण्यासाठीं स्टार्चचा उपयोग करतात. याच्यापासून एक प्रकारची साखर (Grape sugar) ही काढतां येते.

स्टार्चची परीक्षा:–स्टार्चचा सौम्य विद्रव तयार करा व त्यांत थोडासा आयोडिनचा विद्रव (आयोडिन्‌चे स्फटिक पाण्यांत विद्रुत होत नाहींत म्हणून त्याचा विद्रव स्पिरिट किंवा अल्कोहोलमध्यें तरी करावा किंवा पाणी व पोटॅशिअम्‌ आयोडाइड्‌च्या विद्रवांत तरी विद्रव करावा.) टाका. स्टार्चच्या विद्रवास एकदम निळा रंग येतो कां नाहीं तें पहा. हा विद्रव तापवा व निळा रंग जातो कीं नाहीं तें पहा. जर विद्रव फार वेळ तापविला नसेल तर तो थंड केल्यावर पुन्हां निळा होईल. [फार वेळ तापविल्यानें विद्रवांतील आयोडिन वाफरून निघून जातें. त्यामुळें थंड केल्यावर पुन्हां रंग येऊं शकत नाहीं.]

(५) **साखर** Sugar ($C_{12}H_{22}O_{11}$):—Cane sugar (उंसाची साखर) ($C_6H_{12}O_6$). Grape sugar **द्राक्षाची साखर.**

उंसापासून किंवा बिटच्या कंदापासून साखर तयार करतात. अगोदर त्यांचा रस काढून तो उकळवितात. त्यामुळें (Proteid) पदार्थांचा सांका एकत्र जमतो. त्यांत असलेलीं वनस्पतीजन्य आम्लें चुन्याच्या निवळीनें उदासीन करतात, व गाळून घेतात. हा गाळून घेतलेला विद्रव नीच (Low) दाबावर वाफरूं देतात. त्यामुळें साखरेचे स्फटिक सहज वेगळे होतात.

याप्रमाणें काढलेले साखरेचे स्फटिक पिवळसर रंगाचे असतात; म्हणून त्यांना पुन्हां पाण्यांत विरवून व तिला पांढरी करण्यासाठीं, त्यांत प्राणिज कोळसा मिसळतात. तो रंगद्रव्यें शोषून घेतो. हा विद्रव पुन्हा वाफरूं दिल्यावर मिळणारे स्फटिक अगदीं रंगहीन असतात. हे स्फटिक वेगळे केल्यावर मागें राहिलेला विद्रव पुन्हा वाफरूं दिला तर थोडेसे काळसर स्फटिक मिळतात. मागें राहिलेला विद्रव म्हणजे काकवी होय.

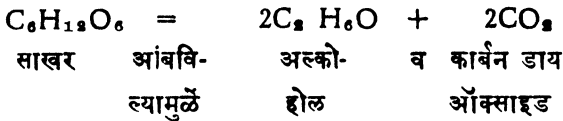
गुणधर्म:–साखरेचे रंगहीन कठीण स्फटिक असतात. ते १६०° सें. वर वितळतात. खडीसाखर म्हणजे साखरेचे मोठे स्फटिक. हे पाण्यांत अतिशय विद्राव्य आहेत. साखर फार तापविली तर जळल्यासारखी काळी पडते. (याच्या कारणाचा उहापोह मागें केला आहे).

साखर पाण्यांत घालून विरविली असतां व थंड राहूं दिली असतां ती अत्यंत सूक्ष्म अशा डोळयास न दिसणाऱ्या कणाच्या रूपानें

त्यांत राहूं शकते. याला साखरेचा पाक (Barley Sugar) असें म्हणतात.

उपयोगः–साखर जंतुनाशक आहे. कांहीं कुजणाऱ्या पदार्थांचें कुजणें थांबविते. साखरेच्या अंगीं असलेल्या गुणांचा सर्व बाजूनें विचार अद्यापही चालूं आहेच.

(६) दारू (Alcohol):– बहुतेक सर्व देशांत मादक पदार्थांचें सेवन फार प्राचीन काळापासून चालूं आहे. भांग, गांजा, अफू, दारू यांपैकीं कोणत्या ना कोणत्या तरी पदार्थाचा अंमली परिणाम मनुष्याच्या मेंदूवर झाला म्हणजे कांहीं वेळ त्याला जगाचा व आपल्या भोंवतालच्या परिस्थितीचा विसर पडतो. शिवाय एकदां लागलेलें दारूचें व्यसन सहसा सुटत नाहीं. द्राक्षाप्रमाणें दुसऱ्याही ज्या फळांत ग्ल्यूकोज नांवाची साखर आहे ते पदार्थ कांहीं दिवस तसेच राहूं दिले तर फसफसूं लागतात (Ferment) याचें कारण त्याच्यामध्यें अतिशय लहान जंतू (Yeast) असतात. अशाच प्रकारानें दारू तयार होते. ती तयार होतांना अल्कोहॉल पुढील विक्रियेनें मिळूं शकतो:–



$$C_6H_{12}O_6 = 2C_2H_6O + 2CO_2$$

अल्कोहॉल (दारू) बनविण्याची रीत (C_2H_6O)

इथील–अल्कोहोल नांवाची दारू साखर आंबवून तयार करतात. मोठ्या प्रमाणांत दारू गाळावयाची झाल्यास यवासारखे पिष्ठमय पदार्थ आंबवावे लागतात. ही आंबवण्याची क्रिया पुरी झाली म्हणजे विद्रव गाळणींतून गाळून पाण्याच्या वाफेवर धरून त्याचें ऊर्ध्वपातन करतात. या उर्ध्वपातित विद्रवांत पुष्कळसें पाणी मिसळलेलें असतें. म्हणून त्याचें पुन्हां भागशः उर्ध्वपातन करावें लागतें. या ऊर्ध्वपातित विद्रवाचा पहिला भाग म्हणजे बहुतेक दारूच (Alcohol) असते; परंतु त्यांतही पाण्याचा थोडा अंश–शेंकडा १०–असतो. यालाच शुद्ध केलेली दारू 'Rectified Spirit' असें म्हणतात.

हाही पाण्याचा अंश काढून टाकण्यासाठीं त्या विद्रवांत चुनकळ्या (CaO) घालतात व कांहीं वेळ त्याला पाणी शोषून घेण्यासाठीं तसेंच ठेवून पुन्हा विद्रवाचें उर्ध्वपातन करतात. या पाणी नसलेल्या विद्रवास, 'ॲब्सोल्यूट अल्कोहॉल' (Absolute alcohol) असें म्हणतात.

गुणधर्मः—इथिल—अल्कोहोल हा बिनरंगी द्रव असून त्याला एक विशिष्ट प्रकारचा वास असतो. त्याची चव मात्र दाहक आहे. अर्थात् तो शुद्ध स्वरूपांत घेतांना जीभ भाजते; म्हणून तो पाण्यांत मिसळून घेतात. हा कोणत्याही प्रमाणांत पाण्यांत मिसळूं शकतो. ७८° सें. ला हा उकळूं लागतो. जळतो तेव्हां याची ज्योत बहुधा प्रकाशरहित असते आणि ज्वलनासून कार्बन—डाय—ऑक्साइड व पाणी मिळतें.

उपयोगः—याचा पाण्याशीं सौम्य विद्रव करून पितात, (२) शिवाय, जे पदार्थ पाण्यांत विरघळत नाहींत अशा पदार्थांचा विद्रव करण्यासाठींही अल्कोहॉलचा उपयोग करतात. या विद्रवांना टिंक्चर्स असें म्हणतात.

[स्टोव्ह पेटविण्यास आपण जें स्पिरिट वापरतों त्यांत ९ भाग इथिल् व एक भाग मिथिल—अल्कोहोल असतो. म्हणून तें पिण्याच्या उपयोगी पडत नाहीं; परंतु कांहीं अट्टल दारूबाज शेवटीं शेवटीं याचाही उपयोग करण्यास चुकत नाहींत.]

(७) **क्लोरोफार्म** ($CHCl_3$):—या द्रवाचें महत्व शस्त्रवैद्यकांत (Surgery) फार आहे. कारण कोणतीही शस्त्रक्रिया करावयाची झाली तर माणसास क्लोरोफार्म हुंगावयास देऊन तात्पुरती बेशुद्धी आणतात. या द्रवानें तात्पुरती बेशुद्धी आणतां येते याबद्दलचा शोध डॉ. सिम्सन् यानें लावला. त्यापूर्वी शस्त्रक्रिया करतांना माणसास बांधून ठेवावा लागे व ओरडूं नये म्हणून त्याचें तोंड दाबून धरीत.

तयार करण्याची रीतः—(मार्शगॅस CH_4) दलदलीत वायु व क्लोरिन् वायु या दोघांची विक्रिया होऊं दिली असतां क्लोरोफार्म तयार होतो किंवा इथिल अल्कोहोल व विरंजकचूर्ण (Bleaching powder) यांची विक्रिया होऊं दिली असताही क्लोरोफॉर्म तयार होतो.

गुणधर्म व उपयोग:—हा रंगहीन व पाण्यापेक्षां जड (वि. गु. १·५२५) असा विद्रव असून त्याला एक प्रकारचा मधुर वास असतो. हा द्रव ६१° सें. वर उकळूं लागतो. हा हुंगला असता तात्पुरती गुंगी आणतो, त्यामुळें दुःखाच्या वेदना जाणवत नाहींत. म्हणून याचा शस्त्र-क्रियेच्या वेळीं डॉक्टर लोकांना फार उपयोग होतो.

(८) **आयडोफॉर्म:**-(CHI_3) इथिल् अल्कोहोल, कॉस्टिक पोटॅश व आयोडिन् यामध्यें विक्रिया होऊं देऊन क्लोरोफॉर्मसारखाच दुसरा एक पदार्थ मिळतो. सारखा म्हणण्याचें कारण एवढेंच कीं, क्लोरिन् व आयोडिन् एकाच वर्गांतील मौलें आहेत. ज्याप्रमाणें कार्बन् व हैड्रोजन् बरोबर क्लोरिन्चे तीन अणू संयुक्त होऊन क्लोरोफॉर्म बनतो, त्याप्रमाणें कार्बन् व हैड्रोजन्बरोबर आयोडिन्चे तीन अणु संयुक्त होऊन आयडो-फॉर्म बनतो.

गुणधर्म:— याचे पिवळ्या रंगाचे स्फटिक असून त्याला उग्र वास येतो. हा जंतुनाशक आहे. म्हणून जखमा धुवून बांधण्यापूर्वी याची थोडीशी पूड त्यावर टाकतात.

(९) **कांहीं सेंद्रिय आम्लें:**—चिंच, लिंबू, द्राक्षें इत्यादि कच्च्या फळांच्या रसांतील आम्लें वेगळीं करून त्यांचे गुणधर्म तपासले गेले आहेत. त्यांपैकीं काहीं आम्लांचा आपणास या ठिकाणीं विचार करा-वयाचा आहे.

(अ) **असेटिक् आम्ल** ($C_2H_4O_2$):—दगडी कोळशाप्रमाणें लाकडाचें उर्ध्वपातन केल्यानें लोखंडी किंवा कांचेच्या चंबूंत जो द्रव जमतो, त्यामध्यें ॲसेटिक् आम्ल मुख्यतः असतें. याच रीतीनें मुख्यतः तें तयार करतात. प्रयोगशाळेत सोडियम् ॲसिटेट तीव्र सल्फ्यूरिकाम्ला-बरोबर तापविल्यास शुद्ध ॲसेटिक् आम्ल मिळतें.

प्रयोग ९९ वा:—एका नळींत थोडेसें आम्ल घेऊन त्यांत निळ्या लिटमसचा कागद टाका. तो तांबडा होतो काय? वाशिंग सोडा किंवा चुनखडीचा तुकडा त्यांत टाका. द्रव फसफसूं लागतो काय? चुन्याच्या निवळींत कांचेची काडी बुडवून ती नळीमधून निघणाऱ्या वायूवर धरा. निवळी पांढरी होते काय?

गुणधर्मः-शुद्ध ॲसेटिक आम्ल रंगहीन स्फटिकाकृति स्थाणु पदार्थ असून, तो १६·५° सें. वर वितळतो. याला एक विशिष्ट प्रकारचा वास येतो. इतर आम्लांप्रमाणें निळा लिटमसचा कागद तांबडा करण्याचे गुणधर्म यामध्यें आहेत. कोणत्याही प्रमाणांत पाण्यामध्यें हें मिसळूं शकतें. चुनखडीबरोबर त्याची विक्रिया होऊन कार्बन-डाय-ऑक्साइड् वायु निघतो व त्यामुळें चुन्याची निवळी पांढरी होते. शुद्ध आम्ल कातडीवर पडल्यास भाजल्यासारखे फोड येतात. पुष्कळ सेंद्रिय पदार्थ विरविण्यासाठीं द्रावक म्हणून याचा उपयोग करतात. याचा बेसिस-(धातूचे ऑक्साइड)बरोबर संयोग होऊन जीं लवणें बनतात त्यास 'ॲसीटेट' असें म्हणतात. त्यांपैकीं अल्युमिनम् ॲसिटेट व फेरिक ॲसिटेट या विद्राव्य संयुगाचा कापड रंगविण्याच्या कामाकडे उपयोग करतात.

[ॲसेटिक् आम्ल तयार करण्याच्या आणखीही दोन रीती आहेत. (१) अल्कोहोलवर ऑक्सिडेशन्ची विक्रिया होऊं देऊन (२) बीर किंवा दारू यांना आंबविल्यानें (Acetous Fermentation) सौम्य ॲसेटिक् आम्ल मिळतें. तें 'व्हाइनगर' या नांवानें ओळखलें जातें.]

(ब) टार्टारिक आम्ल ($C_4H_6O_6$) पुष्कळ फळांच्या रसांमध्यें स्वतंत्रावस्थेंत (उ०-द्राक्षें, चिंच इ०) हें असल्याचें आढळून येतें. द्राक्षाच्या रसामध्यें अशुद्ध 'पोटॅशिअम् हैड्रोजन् टार्टेट' या संयुगाचे (अर्गोल) स्वरूपांत हें आम्ल असतें. अल्कोहोलमध्यें अविद्राव्य असल्या-मुळें दारू तयार करतांना स्फटिकाच्या कणाच्या रूपानें हें वेगळें होतें.

प्रयोग १०० वाः-टार्टारिक् आम्लाचे गुणधर्म पाहणें:-

एक दोन स्फटिक कागदावर घेऊन त्याची आकृती पहा. कोणत्या आकृतीचा स्फटिक आहे? ते स्फटिक एका नळींत घेऊन, त्यांत थोडेसें पाणी घालून त्यांचा विद्रव बनवा. ॲसेटिक आम्लाचे गुणधर्म पाहतांना जे प्रयोग केले तेच प्रयोग करून पहा. सोडियम्-बाय-कार्बोनेटचा विद्रव करून त्यांत हा विद्रव ओता. मिश्रण फसफसूं लागतें काय? त्यांतून कोणता वायु निघतो? चुन्याच्या निवळीबरोबर परीक्षा पहा. ती पांढरी होते काय?

गुणधर्मः—या आम्लाचे रंगहीन स्फटिक असतात व त्याची चवही आंबट असते. हें पाण्यांत विद्राव्य आहे. याचा विद्रव व सोडियम्–बाय–कार्बोनेटचा विद्रव एकमेकांत मिसळला असतां त्यांची विक्रिया होऊन कार्बन्–डाय–ऑक्साइड वायु जोरानें बाहेर येऊं लागतो. त्यामुळें मिश्रणाचा विद्रव फसफसूं लागतो. म्हणून 'सिडलीज पौंडर' किंवा 'लेमोनेड पौंडर' तयार करण्याच्या कामीं किंवा सोडियम्–बाय–कार्बोनेटबरोबर मिसळून 'बेकिंग पौडर' तयार करण्याच्या कामीं याचा फार उपयोग होतो. हें आम्ल १७०° सें. ला वितळतें; परंतु आणखी तापविलें तर जळणाऱ्या साखरेप्रमाणें यांतून धूर निघतो.

टार्टारिक् आम्ल व अँटिमनी या धातूंची विक्रिया होऊन जो संयुग बनतो त्याला 'टार्टर एमिटिक' असें म्हणतात. या लवणाचा उपयोग वैद्यकी(Medicine)मध्यें बराच करतात हें लवण अधिक प्रमाणांत पोटांत गेलें तर त्याचें जालीम विष प्रमाणें कार्य होऊन मृत्यु येतो.

(क) सायट्रिक् आम्ल($C_6H_8O_7$):-हें आम्ल लिंबू, नारिंग वगैरे फळांच्या रसांत स्वतंत्रावस्थेंत असलेलें आढळून येतें. तसेंच कांहीं वनस्पती-मध्यें कॅलशिअम् व पोटॅशिअम् धातूंशीं संयुक्तावस्थेंतही सांपडतें. याच्या संयुगांना सायट्रेट असें म्हणतात.

[कसें तयार करतात ?:–लिंबाच्या रसांत शेंकडा ८ भाग साय-ट्रिकाम्ल सांपडतें. प्रथम चुना (Lime), चुनखडी (Chalk) या रसांत टाकून तो उदासीन करतात व द्रव उकळवितात. उष्ण पाण्यांत अवि-द्राव्य असणारें या आम्लाचें कॅलशिअमचें लवण (कॅलशिअम् सायट्रेट) साक्याच्या रूपानें तळाशीं बसतें. हें लवण जमा करून त्यावर तीव्र गंधकाम्लाचें कार्य होऊं दिलें असतां, कॅलशिअम् सल्फेटचा साका (Precipitate) बनतो व सायट्रिकाम्ल विद्रवात राहतें. म्हणून हा विद्रव गाळून घेऊन वाफरूं देतात, तेव्हां या आम्लाचे रंगहीन स्फटिक विद्रवा-मध्यें वेगळे होऊं लागतात.]

सायट्रिकाम्लाचे मोठाले असे रंगहीन स्फटिक असतात व त्यांना चवही चांगली असते याचा विशेष उपयोग म्हणजे सोडा वाटरसारख्या पेयांमध्यें व लेमोनेड पौंडर तयार करण्याच्या कामीं फार होतो.

या प्रकरणांतील महत्वाच्या गोष्टींचा सारांश.

(१) टांकणखार [बोरॅक्स] $Na_2B_4O_7 10H_2O$:-पांढऱ्या रंगाची पूड, जंतुनाशक म्हणून वापरली जाते.

(२) पोटॅशिअम् परमँगॅनेट [$KMnO_4$]:-गडद जांभळ्या रंगाचा स्फटिकरूप पदार्थ असून याचा सौम्य द्रव जंतुनाशक आहे. हा ऑक्सिडायझिंग एजंट आहे.

(३) पोटॅशिअम्-क्लोराइड [KCl] रंगहीन स्फटिकरूप लवण; खताकरितां उपयोगांत येतें.

(४) सिल्व्हर हॅलाइड-(१) क्लोराइड, (२) ब्रोमाइड, (३) आयोडाइड. यांचा एक गुणधर्म म्हणजे सूर्यप्रकाशानें ते काळे पडतात; म्हणून त्यांचा उपयोग फोटोग्राफीमध्यें फार होतो.

(५) स्टार्चः-तांदूळ, बटाटे, धान्य इत्यादि पदार्थांतील पांढरें द्रव्य. आपल्या शरीराला स्टार्चची फार जरूरी आहे. त्याचें ऑक्सिडेशन् होऊन शरीराला उष्णता मिळते.

(६) साखरः-उंसापासून किंवा बीटापासून साखर तयार करतात. स्टार्चप्रमाणेंच शरीराला उष्णता मिळण्याकडे याचा उपयोग होतो. थोड्या प्रमाणांत ती जंतुनाशक आहे.

(७) आल्कोहोलः-दारू, साखर असणाऱ्या फळांचा रस आंबवून अल्कोहोल तयार होतें. याचा सौम्य रस पुष्कळ लोक पितात. प्रयोगशाळेंत याचा द्रावक म्हणून उपयोग होतो.

(८) क्लोरोफॉर्मः-रंगहीन द्रव पदार्थ; मनुष्याला गुंगी आणण्यासाठीं याचा उपयोग करतात.

आयडोफॉर्मः-जंतुनाशक म्हणून उपयोग करतात. याला तीव्र वास आहे.

ॲसेटिकाम्लः-लांकडाच्या उर्ध्वपातन-क्रियेंत हें आम्ल मिळतें. हें रंगहीन स्फटिकाकृति आहे. खाण्याच्या पदार्थांना आंबट चव देण्यासाठीं सौम्यआम्ल वापरतात.

सायट्रिकाम्लः-हें लिंबांतील आम्ल, लेमोनेड तयार करण्यास वापरतात.

टार्टारिकाम्लः-हें चिंचेंतील आम्ल असून, त्याचे रंगहीन स्फटिक आहेत. पुष्कळ फसफसणारीं औषधें व पेयें करतांना ह्या आम्लाचा उपयोग करतात.

प्रश्न

(१) पुढील पदार्थांचे गुणधर्म सांगून उपयोग सांगाः—
(१) स्टार्च, (२) मिश्रधातु, (३) मीठ, (४) क्लोरिन्, (५) अल्कोहोल. (१९२९ मुं. वि. वि.)

(२) पुढील पदार्थांचे सामान्य धर्म व उपयोग सांगाः—
(१) मीठ, (२) प्लॅस्टर ऑफ पॅरिस, (३) साखर, (४) ग्रीन व्हीट्रॉइल (आयर्न सल्फेट) (५) क्वॉर्ट्झ, (६) कॅलोमेल्, (७) चिनीमाती, (८) आयडोफॉर्म. (१९३० मुं. वि. वि.)

(३) स्टार्च असलेला पदार्थ कसा ओळखावा ?

(४) क्लोरोफॉर्मचे उपयोग काय ?

(५) टार्टारिकाम्ल कसें तयार करतात ?

परिशिष्ट १

सामान्य प्रश्न

[**सूचना**—खालील प्रश्न गेल्या ३।४ वर्षातील निरनिराळ्या हायस्कूलच्या मॅट्रिक पूर्वपरीक्षेच्या प्रश्नपत्रिकेमधून निवडले आहेत. पुस्तकांतील सर्व भाग शिकविल्यावर विद्यार्थ्यांकडून हे प्रश्न शिक्षकांनीं सोडवून घ्यावेत.]

(१) खालील विधानें सिद्ध करण्यासाठीं प्रयोग द्या:—

(१) लोणारी कोळसा 'हारक' आहे. (२) सल्फर-डाय-ऑक्साइड विरंजनाचें कार्य करतो. (३) आम्लाचा हैड्रोजन् एक घटक आहे. (४) मेणबत्ती जळते तेव्हां तिच्या वजनांत वाढ होते. (५) मेणबत्तीच्या ज्योतीचें तेज तिच्यांत तरंगत राहिलेल्या कार्बनच्या कणांमुळें असतें. (६) हैड्रोक्लोरिकचा क्लोरिन् हा एक घटक आहे. (७) लोखंड हवेच्या अभावीं गंजत नाहीं. (८) रेड् लेड्चा शिसें हा एक घटक आहे. (९) पाणी हें मौल नाहीं. (१०) लोखंड व गंधक एकत्र तापविले असतां संयुग बनतो. (११) हैड्रोजन् हवेपेक्षां हलका आहे. (१२) हिरा हा शुद्ध कार्बन आहे. (१३) सल्फ्यूरिकाम्लाचें पाण्याकडे तीव्र आकर्षण आहे. (१४) सूर्यप्रकाशांत हिरव्या वनस्पती हवेंतील कार्बन–डाय–ऑक्साइडचें विघटन करून हवेंत ऑक्सिजन् सोडतात.

(२) असें केलें तर काय घडून येईल?:—

(१) लोखंडाचे तुकडे नैट्रिकाम्लामध्यें टाकले. (२) मॅग्नेशिअम्–सल्फेटच्या विद्रवांत सोडियम् कार्बोनेटचा विद्रव ओतला. (३) सिल्व्हर-नैट्रेटचा विद्रव समुद्राच्या पाण्यांत मिळविला. (४) चुन्याची निवळी व साल–अमोनिॲक् एकत्र तापविले. (५) मोरचुदाच्या विद्रवांत स्वच्छ लोखंडाचा तुकडा बुडविला. (६) निळ्या लिटमस्च्या विद्रवांत सल्फ्यूरिकाम्ल टाकलें. (७) झिंक ऑक्साइड नळींत घेऊन तापविला. (८) नैट्रिकाम्ल तांब्याच्या तुकड्यावर टाकलें.(९) आयोडिनचे स्फटिक तापविले. (१०) पाण्यांतून विद्युत्प्रवाह नेला. (११) पाण्यांत अल्को-

होल मिसळला. (१२) संगमरवरावर हैड्रोक्लोरिकाम्ल टाकलें. (१३) चुनकळीवर पाणी टाकलें. (१४) तापलेल्या मॅग्नेशिअम्‌वरून वाफ जाऊं दिली. (१५) लिथार्ज व कोळसा एकत्रित तापविला. (१६) ब्लो-पाइप(फुंकनळी)मधून हवा मेणबत्तीच्या ज्योतीवर सोडली. (१७) संगमरवराची पूड खूप तापविली. (१८) साबणाच्या फेसाचे बुडबुडे (Bubbles) हैड्रोजन्‌मध्यें सोडले. (१९) पोटॅशिअम्‌चा तुकडा पाण्यावर टाकला. (२०) तीव्र सल्फ्यूरिकाम्लाबरोबर नैटर खूप तापविलें.

(३) मोकळया जागेंत शब्द लिहाः—

(१) हवेंत — जाळला असतां फक्त पाणी मिळतें. (२) कांच ही — व — मिश्रण आहे. (३) सोल्डर ही -- व — मिश्रधातू (Alloy) आहे. (४) मेणबत्तीचा ज्योतीच्या -- भाग सर्वांत अधिक उष्ण असतो; कारण तेथें -- ज्वलन होतें. (५) तुरटी हा — व – संयुग आहे. (६) थोडेसें आम्ल – व – एकत्रित आणले असतां आपणास — मिळते. (७) हवा ही ऑक्सिजन् व -- याचें — आहे. त्यांचें प्रमाण — आहे. (८) चुनखडी तापविली असतां — बाहेर पडतो व मागें — राहते. (९) साखर व — मिसळून त्यावर — थेंब टाकला असतां — होतो. (१०) पाण्याला कायमची कठिणता — असल्यानें प्राप्त होते. (११) पोटॅशिअम् क्लोरेटमध्यें — मिसळण्याचें कारण त्यामुळें — मिळतो. (१२) — — उघडी ठेवली असतां तांब्याच्या भांड्या-वर — चे डाग पडतात. (१३) चांदीचें नाणें कठीण बनण्याचें कारण त्यांत — मिसळलेलें असतें. (१४) बिनधोक आगकाड्या गुलामध्यें — च्या ऐवजीं --— उपयोगांत आणतात कारण —— (१५) कार्बन-डाय-ऑक्साइड तयार करण्यासाठी -- वर हैड्रो-क्लोरिकाम्ल ओततात. (१६) सुरुंगाची दारू ही — यांचें मिश्रण आहे. (१७) -- विद्रुत स्थितींत असलेल्या पाण्यांत खडू विरतो. (१८) -- हें मौल सर्वांत हलकें, -- हे मौल सर्वांत कठीण, — हें मौल सर्वांत जड असतें. (१९) लिंबाचा रस चवीला -- असतो; आणि — लीटमसचा कागद — करतो; त्याचा — हें मौल एक घटक असतें. (२०) कठीण (Hard) साबणांत -- सेंद्रिय आम्लाचें लवण

असतें, मृदु (Soft) साबणांत — लवण असतें; आणि हीं साबणें कठीण पाण्यांत अविद्राव्य — लवणें व विद्राव्य — लवणें बनवितात.

(४) पुढील विधानें खरीं कां खोटीं हें सांगून, त्यांचीं कारणें द्या:-(१) प्रत्येक आम्लाचा ऑक्सिजन् हा एक घटक असून, तें तांबडा लिटमसचा कागद निळा करतें. (२) सोडिअम् हा संयुग आहे. (३) मिठाचें सल्फ्यूरिकाम्लावर कार्य होऊन ' ग्रीन व्हिट्रॉइल ' हें आम्ल मिळतें. (४) व्हाइट् लेडचे शिसें आणि ऑक्सिजन् हे घटक आहेत. (५) सल्फर–डाय–ऑक्साइड पाण्यांत विरवून सल्फ्यूरिकाम्ल मिळतें. (६) कोणत्याही रंगानें रंगविलेल्या कापडाचा रंग क्लोरिन् घालवूं शकतें. (७) हिरा जाळल्यावर आपणांस कार्बन–डाय–ऑक्साइड मिळतो. (८) पिवळा फॉस्फरस जाळून आपणांस तांबडा फॉस्फरस मिळतो. (९) शुद्ध आयोडिन् स्फटिकाकृति असतें. (१०) हिरा हा संयुग आहे. (११) तांबें तापविल्यानें वजनांत कमी भरतें. (१२) बिनधोक आगकाड्यांच्या गुलांत पिवळा फॉस्फरस वापरतात. (१३) ज्वलन ही ऑक्सिडेशनची क्रिया आहे. (१३) कार्बन-डाय-ऑक्साइडमध्यें उंदीर ठेवला असतां तो लवकरच मरतो, म्हणून तो विषारी वायु आहे. (१५) पोलादामध्यें शेंकडा एक भाग कार्बन आहे; म्हणून तो संयुग आहे. (१६) विद्युद्दीपाच्या फुग्यांत तारेच्या ज्वलनानें आपणास प्रकाश मिळतो. (१७) भास्मिक (Basic) ऑक्साइडें अधातु वर्गाच्या हवेंतील ज्वलनानें मिळतात. (१८) बन्सेनच्या बर्नरच्या नळीचीं भोंकें बंद केल्यास त्याची ज्योत प्रकाशरहित होते. (१९) तुरटी किंवा मोरचूद तापविल्यानें त्याचें संप्लवन होतें. (२०) सल्फ्यूरिकाम्लांत पाणी मिसळल्यानें शीतता उत्पन्न होते. (२१) सोन्याचें नाणें हें मौल होय. (२२) समुद्राच्या पाण्यांत साबणाला चांगला फेस येतो. (२३) नैट्रिकाम्ल हें ' हारक ' (Reducing agent) आहे. (२४) ' जर्मन सिल्व्हर ही चांदी असून जर्मनींत सांपडते. (२५) मोती, कोरल् व चुनखडी हे कॅलशिअम्चे एकाच प्रकारचे संयुग आहेत. (२६) व्हीनेगर हें सौम्य नैट्रिकाम्ल होय; (३७) केलिऑन् नांवाच्या शुद्ध मातीपासून पोर्सेलीन अथवा चिनी-

मातीचीं भांडीं तयार करतात. (२८) जलराज (Aqua Ragia) हें सल्फ्यूरिकाम्ल होय.

(५) पुढील प्रश्नांचीं थोडक्यांत उत्तरें द्याः-

(१) विरंजक चूर्णाला वास कशामुळें येतो ? (२) या कागदावर छापलेल्या अक्षरांना काळा रंग कोणत्या मौलामुळें आला ? (३) आयोडिनचा विद्रव गव्हाच्या पिठाच्या विद्रवांत टाकला तर भडक निळा रंग कां येतो ? (४) भांड्याला कल्हई लावणारे लोक नवसागरचा उपयोग कां करतात ? (५) पाण्याचा एक घटक ऑक्सिजन् असतांना त्यांत जळती काडी टाकली तर कां विझते ? (६) सोडावाटरचें आम्लावर कार्य काय होतें ? (७) सोडियम् धातु केरोसिन तेलांत कां ठेवतात ? (८) आपण चुन्याच्या निवळींत हवा फुंकली असतां ती निवळी पांढरी कां होते ? (९) फॉस्फरस (पिवळा) पाण्यांत कां ठेवतात ? (१०) साबणाचा फेस तयार करण्यासाठीं कठीण जल कां वापरीत नाहींत ?

(६) पुढील शब्दांचे अर्थ द्याः-(१) स्फटिकजल (२) परमाणुभार (३) रासायनिक आकर्षण.

(ब) पुढील विक्रिया दाखविणारीं समीकरणें द्याः—

(१) हैड्रोक्लोरिकाम्लाचें कॉस्टिक् सोड्यावर होणारें रासायनिक कार्य

(२) सिल्व्हर नैट्रेट व मीठ यांमध्यें होणारें ,,

(३) मीठ आणि सल्फ्यूरिकाम्ल ,, ,, ,,

(४) हैड्रोक्लोरिकाम्ल व अमोनिया ,, ,, ,,

(५) सोडियम् आणि पाणी ,, ,, ,,

(७) कार्बन्, हैड्रोजन् व ऑक्सिजन् यांचे वेगवेगळया गुणधर्मांचे लाखो संयुग बनतात. या विधानाचें उदाहरणें देऊन स्पष्टीकरण करा.

(८) ऑक्सिजन्, हैड्रोजन्, अमोनिया, क्लोरिन्, सल्फर-डाय-ऑक्साईड, सल्फ्युरेटेड हैड्रोजन्, कार्बन्-डाय-ऑक्साईड, नैट्रोजन् या वायूंनीं भरलेली नळकांडीं तुमच्या समोर ठेवलीं आहेत, तर तुम्ही निरनिराळे वायू कसे ओळखाल ?

उत्तरः–हे वायु ओळखण्यासाठीं पुढील परीक्षा अनुक्रमें कराव्यातः–

(१) रंग. १. क्लोरिन्–फिकट हिरवा रंग–१. यानें वनस्पतीचे रंग पूर्णपणें नाहींसे केले जातात.

(२) वास. १. सल्फर–डाय–आक्साईड–१. निळा लिटमसचा कागद तांबडा होतो.

२. अमोनिआ २. तांबडा लिटमसचा कागद निळा होतो.

३. सल्फ्युरेटेड हैड्रोजन् ३. (वासानें हे वायु तुम्ही सहज ओळखाल.)

(३) जळती मेणबत्तीः–(१) ऑक्सिजनमध्यें ती तीव्र प्रकाश देते. (२) हैड्रोजन् स्वतः निळसर ज्योतीनें जळूं लागेल. (३) कार्बन्–डाय–ऑक्साइड व नैट्रोजन् यांमध्यें मात्र मेणबत्ती पूर्ण विझेल.

(४) चुन्याची निवळीः—कार्बन-डाय-ऑक्साइडच्या नळकांड्यांत निवळी पांढरी होईल. नैट्रोजनचा मात्र त्यावर कांहींच परिणाम होणार नाहीं.

(९) पुढील पदार्थांच्या जोड्या तुमच्यासमोर ठेवल्या तर ते तुम्ही कसे ओळखाल ?

(१) प्राणिज कोळसा व मॅंगॅनीज–डाय–ऑक्साइड.

(२) रेड् लेड् व मर्क्युरी ऑक्साईड.

(३) पोटॅशिअम् क्लोरेट व टार्टारिकाम्ल.

(४) पोटॅशिअम् परमॅंगॅनेट व आयोडिन्.

(१०) पुढील पदार्थ बाटल्यांत भरून ठेविले आहेत; परंतु त्यांना लेबलें लाविलेलीं नाहींत. तर तुम्ही त्यांची परीक्षा करून लेबलें कशीं लावाल ?

(१) सल्फ्यूरिकाम्ल. (२) तुरटी. (३) झिंक् ऑक्साइड. (४) कॉपर ऑक्साइड. (५) पाणी. (६) मर्क्यूरी ऑक्साइड. (७) स्टार्च. (८) हैड्रोक्लोरिकाम्ल. (९) रेड् लेड्. (१०) आयोडिन्. (११) साखर. (१२) चुन्याची निवळी. (१३) मीठ. तुम्ही कोणते प्रयोग कराल ? (मुं. वि. वि. १९१९, १९३३.)

(१२) पुढील प्रयोग करण्यास लागणाऱ्या उपकरणाची आकृति काढून ते कसे कराल त्याचें वर्णन करा:–

(१) नैट्रिकाम्ल कसें तयार करावें ? (२) खारट पाण्यापासून शुद्ध पाणी कसें मिळवावें ? (३) अमोनिया वायु कसा तयार करावा ?

(१३) तुम्ही तयार केलेल्या वायूंपैकीं वासाचे वायु कोणते ? त्यांपैकीं घाण वासाचा वायु कोणता ? त्याचे विशेष गुणधर्म कोणते ?

(१४) असें कां होतें तें सांगा :—

(१) बाजारचें मीठ पावसाळ्यांत ओलें होतें. (२) बर्फ घातलेला सोडावॉटर, बर्फ न घातलेल्या सोडावाटरपेक्षां चवीला अधिक दाहक लागतो. (३) बिन् बर्फ टाकलेल्या सोड्यापेक्षां बर्फ टाकलेला सोडा कमी फसफसतो. (४) थोडीशी चुन्याची निवळी सोड्यानें भरलेल्या पात्रांत टाकली असतां पांढरी होत नाहीं. (५) नैट्रिकाम्लांत जस्त टाकलें तर हैड्रोजन् निघत नाहीं.

(१५) पाझरणारे व जलाकर्षक पदार्थ यांतील भेद उदाहरणानें दाखवा.

(१६) तुल्यभार म्हणजे काय ?

(१७) नदीला पावसापासून पाणी मिळतें; पावसाचें पाणी ढगांत वाफेच्या रूपानें समुद्राच्या पाण्यापासूनच बनतें. तें तरी समुद्रांत नदीच ओतीत असते. तर मग या निरनिराळ्या पाण्यांमध्यें भिन्नता कां असावी ?

पाण्यांतील नेहमींचीं अशुद्ध द्रव्यें कोणतीं ? त्यामुळें पाणी कोणकोणत्या कामासाठीं निरुपयोगी होतें ?

(१८) [अ] गंधक तापवूं लागलें असतां होणाऱ्या फेरफारांचें वर्णन करा.

[ब] सल्फर-डाय-ऑक्साइड वायु कसा तयार करतात ? त्या दोहोंचे गुणधर्म सांगा.

(१९) पुढील पदार्थांबद्दल सामान्य माहिती सांगून त्यांचे उपयोग सांगा:––

(१) तांबें, (२) पोटॅशिअम् क्लोरेट, (३) सीमेंट, (४) व्हाइट लेड्, (५) मिश्रधातु, (Alloy) (६) साबण, (७) स्टार्च, (८) क्लोरिन्, (९) कॅलोमेल्, (१०) प्लॅस्टर ऑफ पॅरीस्, (११) काच, (१२) बिन-धोक काड्या, (१३) वॉशिंग सोडा, (१४) टार्टारिकाम्ल, (१५) साखर (१६) दारू (Alcohol)

(२०) पुढील विक्रिया समीकरणानें मांडून दाखवा:––

(१) टिन्वर तीव्र नैट्रिकाम्ल ओतलें (२) चांदीचा तुकडा हैड्रो-क्लोरिकाम्लामध्यें टाकला (३) चुन्याच्या थरांत क्लोरिन् मिसळला (४) पोटॅशिअम् हैड्रॉक्साइडच्या विद्रवांत हैड्रोक्लोरिकाम्ल प्रमाणांत मिसळलें (५) तीव्र नैट्रिकाम्लांत सोनें टाकून खूप तापविलें.

(२१) १५८० टन् कॉपर ऑक्साइडवर हैड्रोजन् सोडून त्याचें पूर्णपणें रिडक्शन (Reduction) केलें तर याकरतां किती वजनाचें जस्त व सल्फ्यूरिकाम्ल घ्यावें लागेल ?

(२२) पुढील पदार्थांचा तुम्हांला रसायनशास्त्राच्या अभ्यासांत कोठें व कसा उपयोग होतो ? (१) मँगॅनीज डायॉक्साइड (२) स्टार्च (३) मेणबत्ती (४) निळा लिटमसचा कागद (५) प्लॅटिनाइज्ड ॲस-बेस्टॉस् (६) कॅलशिअम् क्लोराइड (७) भागशः उर्ध्वपातन (८) कोळसा (९) गंधक (१०) निर्वात उर्ध्वपातन.

(२३) पुढील पदार्थांवर उष्णतेचे काय परिणाम होतील ?

(१) खडू (२) मोरचुदाचे स्फटिक (३) तुरटी (४) शिसें (५) पाणी (६) कोळसा.

(२४) **असें कां ?** (१) नैट्रोजन् हवेंत असतो. (२) लोखंडावर टिनचा मुलामा देतात. (३) बिन्धोक काड्यांत अँटिमनी सल्फाइड वापरतात. (४) आपण आपल्या घराजवळ झाडें लावावींत. (५) फॉस्फरस नेहमीं पाण्यांत ठेवतात.

(२५) **नांवें सांगाः**–(१) पाण्याखेरीज तीन द्रावक व त्या प्रत्येकात विद्रुत होणारा एक पदार्थ. (२) ओलावा शोषून घेणारे तीन पदार्थ. (३) पाझरणारे पदार्थ. (४) अस्फाटिक स्वरूपाचे तीन पदार्थ. (५) कार्बन–डाय–ऑक्साइड शोषून घेणारे दोन पदार्थ.

———

परिशिष्ट २

प्रायोगिक—रसायन.

मुलांनीं करावयाचे प्रयोग.

(I) To purify common salt obtained from Bazar.

बाजारात मिळणारें काळसर मीठ शुद्ध करणें.

(पान २६ प्रयोग १४ पहा)

(2) To prepare fresh water from salt water.

खारट पाण्यापासून गोडें पाणी बनविणें.

(पान ३० प्रयोग १६ पहा.)

(3) To separate alum and copper sulphate by Crystallisation.

स्फटिकीभवनानें तुरटी व मोरचुदाचे स्फटिक वेगळे करणें.

(पान ३८ प्रयोग १८ पहा)

(4) To heat pieces of wood in a crucible covered with sand and to examine the contents before and after cooling.

एका मुशींत लांकडाचा भुसा घेऊन व त्यावर वाळूचा थर घालून तापविणें, व निवण्यापूर्वी व निवाल्यानंतर तो टेबलावर ओतून, त्यावर काय परिणाम होतो तो तपासणें:-

एका मुशींत लांकडाचा भुसा भरून त्यावर वाळूचा थर घाला, व तो स्पिरिटच्या दिव्यावर तापवा. कांहीं वेळानें, ती मूस चिमट्यानें उचलून आंतील भुसा टेबलावर ओता. पहा, आतां तो पेटूं लागतो. काय म्हणून ? पुन्हां तोच प्रयोग करा. परंतु ती मूस चांगली निवाल्यानंतर आंतील भुसा टेबलावर टाका. आतां तो पूर्वीप्रमाणें पेटतो काय ?

यावरून ज्वलनास कोणत्या परिस्थितीची जरूरी आहे ?

(5) To examine the products of combustion of burning candle and compare them with those obtained in your exhalation.

मेणबत्तीच्या ज्वलनानें उत्पन्न होणाऱ्या पदार्थांची आपल्या श्वासोच्छ्वासांत उत्पन्न होणाऱ्या पदार्थांबरोबर तुलना करणें.

(प्रयोग २९ पान ८० पहा.)

(ब) श्वासोच्छ्वासांत उत्पन्न होणारे पदार्थः-

(१) कोरड्या व चकचकीत कांचेच्या तुकड्यावर उच्छ्वास सोडा. पहा ती थोडीशी अंधुक होते. काय म्हणून ?

(२) एका नळींत चुन्याची निवळी घेऊन त्यांत उच्छ्वास सोडा. तींत काय फरक पडतो ?

यावरून मेणबत्तीच्या ज्वलनांत व आपल्या उच्छ्वासांत कोणते पदार्थ बनत असावेत ?

(6) To notice the change when a piece of copper previously heated is dropped in a test tube containing methylated spirit.

ताम्ब्याचा कीस मुशींत तापवून, त्यावर स्पिरिट टाकून काय फेरफार होतात ते तपासणें [प्रयोग ३५ पान ८९ पहा.]

(7) To heat separately Zinc, Magesium and Sulphur in an open crucible and to notice the change.

जस्त, मॅग्नेशिअम् व गंधक, एका मुशींत वेगवेगळें तापविणें, आणि त्या प्रत्येकांत काय फेरफार होतात ते तपासणेंः-

(१) जस्त मुशींत घालून तापविल्यावर प्रथम तें वितळेल व लवकरच पेटून निळसर ज्योतीनें जळूं लागेल, आणि मागें पूड राहील; ही पूड (झिंक ऑक्साइड) तप्त असतांना पिवळी व थंड असतांना पांढरी असते.

(२) मॅग्नेशिअम् :-एकदम पेटून जळूं लागते आणि जळतांना तीव्र पांढरा प्रकाश मिळतो. मागें पांढरी पूड (मॅग्नेशिअम् ऑक्साइड) राहते.

(३) गंधकः-पान २४९ व प्रयोग ८१ पहा

(8) To test the properties of Oxygen.

ऑक्सिजन्चे गुणधर्म तपासणेंः-(प्रयोग ३७ पान १०२ पहा.)

(9) To prepare Carbonic acid gas by means of chalk and Hydrochloric acid and to examine its properties

चुनखडी व हैड्रोक्लोरिकाम्ल यांपासून कॉर्बानिकाम्ल वायु तयार करणें व त्याचे गुणधर्म तपासणें (प्रयोग ६७ पान १७९ पहा)

(10) To heat strongly a piece of chalk and to examine the quicklime obtained and to study the properties of its solution in water.

चुनखडी सपाटून तापविणें, आणि त्यापासून मिळणाऱ्या चुनकळीची व विद्रवाची परीक्षा करणें. [प्रयोग ९० वा पान २८१ पहा.]

(11) To find the effects of an acid on an Alkali and to test the nature of the products.

आम्लांत अल्कली मिसळली असतां काय परिणाम होतात ते पाहणें, आणि त्यापासून झालेल्या बनावाची परीक्षा पाहणें.

[प्रयोग ५३ वा पान १५१ पहा.]

(12) To Obtain metallic lead from lead Oxide.

लेड ऑक्साइडपासून शिसें मिळविणें. (प्रयोग ६२ वा. पान १७१ पहा.)

(13) To bleach-(1) a coloured piece of cloth with the help of bleaching powder and (2) a coloured flower with a solution of Sulphur-di-oxide.

विरंजक चूर्णानें रंगीत कापडाच्या तुकड्याचा रंग, किंवा सल्फर-डायॉक्साइडच्या विद्रवानें रंगीत फुलाचा रंग नाहींसा करणें.

[प्रयोग ८० पान २३७ पहा.]

(14) To Study the effects of Soap on hard and soft water.

कठीण किंवा मृदु पाण्यावर साबणाचा काय परिणाम होतो तो पहाणें.

[प्रयोग ४९ पान १३५ पहा]

(15) To Examine the properties of Kerosene oil, Petrol and Alcohol, their volatile nature, use as solvents, and effects of ignition.

पेट्रोल, अल्कॉहोल, आणि केरोसीन यांच्या गुणधर्मांची पुढील बाबत तुलना करणें; (१) द्रावक (२) वाफरशीलपणा (३) ज्योतिर्बिंदु.

तीन उथळ बशींत तीन द्रव घ्या, व त्यांची पुढीलप्रमाणें परीक्षा करा. कांचेच्या तबकडीवर तीन ठिकाणीं थोडे थोडे ते द्रव ठेवून द्या. कांहीं मिनिटांनीं तुम्हांला पेट्रोल पूर्णपणें वाफरून गेल्याचें दिसेल. त्याच्या मागोमाग अल्कोहॉल वाफरून जाईल; व शेवटीं केरोसीन मात्र आहे तसेंच राहील; यावरून अधिक वाफरशील द्रव कोणता ?

(२) दुसऱ्या खेपेस पुन्हां तिन्ही द्रव वेगवेगळे तबकडीवर घ्या [पेट्रोल शीघ्रज्वालाग्राही आहे. म्हणून त्याच्या शेजारीं जळती काडी आणणें धोक्याचें आहे. म्हणूनहि शीघ्रज्वालाग्राहीत्वाची फक्त तुलना दोहोंतच करावी].

पेटलेली काडी अल्कोहॉलजवळ न्या; आणि रॉकेलजवळ न्या. कोणता द्रव सहज पेटतो तें पहा.

(३) बोटाला थोडीशी राळ फासून तें प्रथम केरोसीनमध्यें बुडवा; राळ नाहींशीं होते काय ? पेट्रोलमध्यें तेंच बोट बुडवून पहा; राळीचा कांहीं भाग धुवून गेलेला दिसेल; तेंच बोट पुन्हां अॅल्कोहॉलमध्यें बुडवा; बोटाची राळ पूर्णपणें नाहींशी होते कां नाहीं ? यावरून राळेचा विद्रव अल्कोहोलमध्यें चांगल्या तऱ्हेनें होऊं शकेल. पेट्रोलमध्यें कांहींशी राळ विद्रुत होईल. परंतु केरोसीनमध्यें मात्र ती अविद्राव्य आहे.

(16) To study the composition of water by electrolysis.

विद्युत् साहाय्यानें पाण्याचें विघटन तपासणें. (प्रयोग ४२ वा पान १२४ पहा.)

(17) To examine the flame of a candle and campare it with that of a Spirit lamp.

मेणबत्तीची ज्योत व स्पिरिटच्या दिव्याची ज्योत यांची तुलना करणें.

[प्रयोग ७२ पान १९५ पहा.]

———

परिशिष्ट ३

कांहीं महत्वाच्या संयुगांचीं नांवें (सूत्रांसहित)

आम्ले

कॅर्बोनिकाम्ल		H_2CO_3
हैड्रोक्लोरिकाम्ल	म्यूरिॲटिकाम्ल	HCl
नैट्रिकाम्ल		HNO_3
सल्फ्यूरिकाम्ल	ऑइल ऑफ् व्हीट्रॉइल	H_2SO_4

कांहीं बेस

अमोनिअम् हैड्रॉक्साइड		NH_4OH
पोटॅशिअम् ,,	कॉस्टिक पोटॅश्	KOH
सोडियम् ,,	कॉस्टिक् सोडा	$NaOH$
कॅलशिअम् ,,	स्लेक्ड लाइम (चुना)	$Ca(OH)_2$

ऑक्साइड

कॅलशिअम् ऑक्साइड	लाइम (चुनकळी)	CaO
लेड ऑक्साइड्	लिथार्ज	PbO
,, ,,	रेड लेड्	Pb_3O_4
पाणी	हैड्रोजन ऑक्साइड	H_2O

सल्फेट.

मोरचूद	कॉपर सल्फेट, ब्ल्यू व्हिट्रॉइल.	$CuSO_4$
हिराकस	फेरस सल्फेट—ग्रीन व्हिट्रॉइल.	$FeSO_4$
झिंक सल्फेट्	व्हाईट व्हिट्रॉइल	$ZnSO_4$

सोडियम् कार्बोनेट	वॉशिंग सोडा	Na_2CO_3
कॅलशिअम् कार्बोनेट	लाइम स्टोन	$CaCO_3$
अमोनियम् कार्बोनेट	स्मेलिंग सॉल्ट	$(NH_4)_2CO_3$

सल्फाइड.

लेड सल्फाइड्	गॅलेना	PbS.
मर्क्यूरी सल्फाइड्	सिनॅबार	HgS.
झिंक् सल्फाइड्	झिंक् ब्लेंड	ZnS.